

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области</b>

УДК 614.8:551(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.04.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) <sup>1</sup> , Критерий 5 АИОР <sup>2</sup> (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей в условиях <i>неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5),

<sup>1</sup> Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

<sup>2</sup> Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка</i>	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.04.01 Техносферная безопасность  
\_\_\_\_\_  
Ю.В. Анищенко  
10.03.2020 г.

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1EM81	Дьячковой Светлане Владиславовне

Тема работы:

<b>Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

20.02.2020, №51-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2020 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является система мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области. Используются результаты научно-производственной и преддипломной практики.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Изучение системы мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области; Проанализировать прохождение весеннего половодья на территории Томской области и методов краткосрочного прогнозирования уровней воды в реках; Построить математическую модель для прогнозирования уровней воды во время весеннего половодья на территории Томской области.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Рисунок 1.1 – Космические технологии прогнозирования Рисунок 2.1 – Географическое положение Томской

		<p>области</p> <p>Рисунок 2.2 – Реки Томской области</p> <p>Рисунок 2.3 Природные источники возможных ЧС на территории Томской области</p> <p>Рисунок 2.4 – Система мониторинга и прогнозирования</p> <p>Рисунок 2.5 – Метеостанции, расположенные на территории Томской области</p> <p>Рисунок 2.6 – Сеть гидрологических постов Томской области</p> <p>Рисунок 3.1 – Максимальный уровень подъема воды в реке Обь с 2015 по 2019 год</p> <p>Рисунок 3.2 – Динамика уровней воды по водомерному посту Никольское с 214 по 2019 год</p> <p>Рисунок 3.3 – Графики зависимостей</p> <p>Рисунок 3.4 – График пропуска весеннего половодья 2020г.</p> <p>Рисунок 3.5 – Значения фактических уровней воды, Сбросов ГЭС, расчетных уровней.</p> <p>Рисунок 3.6 – Результаты анализа данных. Величина достоверности 94%</p> <p>Рисунок 3.7 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидропосту Молчаново</p> <p>Рисунок 3.8 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидрологическому посту Молчаново в 2015г</p> <p>Рисунок 3.9 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидрологическому посту Колпашево</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)		
	<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
	<b>Социальная ответственность</b>	Профессор ООД ШБИП Федорчук Юрий Митрофанович, д.т.н.
	<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Доцент ОСГН ШБИП Маланина Вероника Анатольевна, к.э.н.
	<b>Иностранный язык (английский)</b>	Доцент ОИЯ ШБИП Панамарёва Анна Николаевна, к.филол.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Литературный обзор		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.03.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		10.03.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна		10.03.2020 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
Уровень образования магистратура  
Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.03.2020 г.	Сбор сведений и проведение анализа для разработки раздела «Литературный обзор»	20
06.04.2020 г.	Разработка раздела «Литературный обзор»	10
20.04.2020 г.	Сбор сведений раздела «Практическая часть»	25
04.05.2020 г.	Разработка раздела «Практическая часть»	15
11.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2020 г.	Оформление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		10.03.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		10.03.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Физических методов и приборов контроля качества
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

**Тема дипломной работы: Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<b>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</b>	<p>Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области. Своевременный и точный прогноз - главное условие успешной и эффективной защиты от природных чрезвычайных ситуаций.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассмотрение рабочего места оперативного дежурного на предмет наличия вредных и опасных факторов.</li> <li>2. Экологическая безопасность.</li> <li>3. Безопасность в ЧС.</li> <li>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</li> </ol>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты;</li> <li>- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).</li> </ul>	<p>Анализ выявленных вредных производственных факторов:</p> <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная освещенность;</li> <li>• Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</li> <li>• Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R<sub>заземления</sub>, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;</li> <li>• Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</li> </ul>
<b>Экологическая безопасность:</b>	Утилизация люминесцентных ламп и отходов ПЭВМ.



	Загрязнение окружающей среды оргтехникой (бумага-черновики, картриджи и т.д.).
<b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>Перечень используемых нормативно-технических документов</b>	-ГОСТы; -СанПины; - СНИПы и др. документы используемые в разделе «Социальная ответственность».
<b>Перечень графического материала:</b>	-план размещения светильников на потолке рабочего помещения; -пути эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		15.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна		15.02.2020

Бланк-задание согласовано 20.05.20 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Контроля и диагностики</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление / специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

**Тема дипломной работы: Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области**

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	- Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	- Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	- Оценка сравнительной эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

Таблица 4.1 - Карта сегментирования рынка

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Таблица 4.3 – Матрица SWOT

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта

Таблица 4.7 – Интерактивная матрица проекта

Таблица 4.8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Таблица 4.9 - Временные показатели проведения научного исследования

Таблица 4.10 – Календарный план-график

Таблица 4.11 – Затраты на материалы

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование и электроэнергию

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени

Таблица 4.14 – Расчёт основной заработной платы

Таблица 4.15 – Заработная плата исполнителей проекта

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 119 с., 19 рис., 27 таблиц, 64 источника, 1 прил.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, мониторинг, прогнозирование, краткосрочный прогноз, весеннее половодье, уровень воды, математическая модель.

Объектом исследования является система мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области.

Цель работы: разработка математической модели прогнозирования уровней воды во время весеннего половодья на территории Томской области.

В процессе исследования проводился литературный обзор по теме; анализ географической и климатической характеристик Томской области; особенности прохождения весеннего половодья на территории Томской области; разрабатывалась модель для прогнозирования уровней воды во время весеннего половодья на территории Томской области.

В результате исследования была разработана математическая модель для прогнозирования уровней воды в период весеннего половодья, выполненная с помощью регрессионного анализа. Данная модель разработана для гидрологических постов Молчаново и Колпашево, она учитывает влияние на подъем уровня воды таких факторов как: сбросы Новосибирской ГЭС, температура, осадки, дата. По результатам моделирования получены уравнения с хорошей прогностической достоверностью, которые могут использоваться для прогнозирования уровней воды в период прохождения весеннего половодья.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	15
1. Литературный обзор .....	17
1.1 Чрезвычайные ситуации природного характера.....	17
1.2 Мониторинг и прогнозирование ЧС .....	20
2. Объект и методы исследования .....	32
2.1 Характеристика Томской области.....	32
2.2 ЧС характерные для Томской области .....	34
2.3 Система мониторинга и прогнозирования на территории Томской области .....	40
3. Аналитика и расчеты .....	47
3.1 Анализ прохождения половодья и паводков на территории Томской области .....	47
3.2 Методы прогнозирования уровней воды.....	49
3.3 Построение математической модели для прогнозирования уровня воды в р. Обь на территории Томской области.....	50
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения.....	58
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	58
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	58
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	59
4.2. SWOT-анализ.....	61
4.2 Планирование проекта.....	65
4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования .....	65
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	66
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	67
4.3 Бюджет научного исследования.....	73
4.3.1 Расчет материальных затрат .....	73
4.3.2 Затраты на оборудование и электроэнергию .....	74
4.3.4 Основная заработная плата .....	74

4.3.5	Дополнительная заработная плата .....	76
4.3.6	Отчисления на социальные нужды .....	77
4.3.7	Накладные расходы .....	77
4.3.8	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	78
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	78
5.	Социальная ответственность .....	82
5.1	Введение в раздел .....	82
5.2	Производственная безопасность .....	82
5.2.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	84
5.2.2	Отклонение показателей микроклимата.....	85
5.2.3	Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	86
5.2.4	Повышенная напряженность электрического поля .....	87
5.2.5	Загрязнение воздушной среды .....	88
5.2.6	Электроопасность .....	89
5.2.7	Расчет искусственного освещения .....	90
5.2.8	Пожарная безопасность.....	93
5.3	Экологическая безопасность.....	95
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	96
	Заключение .....	98
	Список использованных источников .....	100
	Приложение 1 .....	106
1.	LITERATURE REVIEW.....	107
1.1	Natural emergencies.....	107
1.2	Monitoring and forecasting of emergencies .....	110

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых эффективных способов минимизации последствий от природных, а также техногенных катастроф является их предупреждение. Основными направлениями системы предупреждения ЧС является мониторинг и прогнозирование.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций представляет собой в первую очередь, определение вероятности возникновения источника чрезвычайной ситуации, времени и места возникновения чрезвычайной ситуации, вероятности ее наступления, возможного характера и масштаба чрезвычайных ситуаций.

Современные технологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера можно условно разделить на технологии долгосрочного прогнозирования и технологии оперативного (краткосрочного) прогнозирования опасных и неблагоприятных природных явлений. При подготовке прогнозов рассматриваются все возможные источники чрезвычайных ситуаций, характерные для региона.

Актуальность работы обусловлена тем, что ежегодно в результате весеннего половодья оказываются подтопленными обширные территории, что в свою очередь приводит к разрушению объектов техносферы, нарушению жизнедеятельности населения, человеческим жертвам, гибели флоры и фауны, а также значительным материальным потерям. Своевременный и точный прогноз развития обстановки способствует значительному уменьшению масштабов чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Объектом исследования является система мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области.

Цель работы: разработка математической модели прогнозирования уровней воды во время весеннего половодья на территории Томской области.

Задачами работы являются:

- изучение системы мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области;
- анализ особенностей прохождения весеннего половодья на территории Томской области и методов краткосрочного прогнозирования уровней воды в реках;
- построение математической модели для прогнозирования уровней воды во время весеннего половодья на территории Томской области.



# 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Чрезвычайные ситуации природного характера

С самого начала появления человека на земле существует неразрывная связь между ним и природой, и несмотря на процесс развития индустриализации, эта связь сохраняется.

Человечество ежедневно сталкивается с множеством опасных для жизни природных явлений: пожарами, наводнениями, засухами, бурями, снежными заносами и др. Такие явления не всегда удается спрогнозировать и в случаях их появления они носят чрезвычайный характер. Природные явления могут наносить колоссальный вред всему, так они могут разрушать культурные ценности, нарушать процессы производства, уничтожать целые здания, вызывать гибель всего живого на земле и как известно поглощать целые цивилизации. За катастрофами следуют другие неблагоприятные последствия в виде голода, инфекции, повышения уровня бездомных граждан и увеличения уровня безработицы.

Предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций – одна из актуальных задач современности. В связи, с чем у государства возрастает потребность в подготовке специалистов с высшим образованием, способных своевременно и грамотно организовывать предотвращение экстремальных ситуаций и в случаях необходимости оказать помощь населению. Однако и человеку без специального образования важно знание причин возникновения и характера стихийных бедствий для совершения действий в той или иной ситуации и для психологической подготовки к ним[1].

Ситуация природного характера может продолжаться от нескольких секунд и минут до нескольких дней, месяцев иногда даже и лет. Человечество при всей своей научной и технической мощи далеко не всегда может противостоять стихии.

Необходимо отметить, что не каждое опасное природное явление способно привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, особенно если в месте возникновения нет никакой угрозы жизнедеятельности человека. Чрезвычайная ситуация появляется только в тот момент, когда в результате появившегося опасного природного явления возникает реальная угроза жизни человека и окружающей его среде.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка, сложившаяся на определенной территории, в результате аварии, стихийного или иного бедствия, способного повлечь или повлекшего за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности населения [1].

ЧС природного характера – это неблагоприятная обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате опасного природного явления, которое может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности населения.

Проводя анализ ЧС природного характера, необходимо дать оценку понятию катастроф природного характера. Так под понятием катастрофы природного характера принято понимать совокупность как опасных, так и неблагоприятных природных явлений, в кратчайшие сроки способных вызывать опустошительные разрушения на огромных пространствах, разрушать жилища, коммуникации и привести за собой голод, болезни и другие неблагоприятные для населения условия. Стоит отметить, что в последние годы прослеживается тенденция к росту ЧС.

В случаях, когда происходят наводнения, оползни, землетрясения, и их разрушительная сила увеличивается, такой процесс наиболее точно и верно раскрывает неблагоприятные и негативные факторы природных проявлений[2].

На практике принято проводить разграничение понятий неблагоприятные и опасные природные явления. Одна из наиболее часто встречаемых в литературе систем подразумевает разграничение в зависимости

от масштабов и интенсивности происходящих природных явлений, так их принято делить на стихийные бедствия, неблагоприятные природные явления и природные катастрофы.

Неблагоприятные природные явления представляют собой стихийное событие природного характера, которое может повлечь или повлекло за собой негативные последствия для жизнедеятельности населения и экономики, как отдельного государства, так и целой планеты, вызвано это продолжительностью, интенсивностью и напряженностью, а также масштабом и областью распространения таких явлений.

Стихийные бедствия – это природные процессы и явления, способные оказывать негативное воздействие на окружающую среду и приводить к нарушению жизнедеятельности людей, уничтожая материальные ценности, нередко приводя к человеческим жертвам [1].

Чрезвычайные ситуации природного характера весьма разнообразны, для эффективного решения проблем, вызванных ЧС, необходимо провести их разграничение, так, в зависимости от механизма и природы происхождения опасные природные явления разделяются на следующие группы (классы)[3]:

- Геофизические опасные явления: землетрясения; извержения вулканов; цунами.
- Геологические опасные явления (экзогенные геологические явления): оползни; сели; обвалы, осыпи; лавины; карстовые провалы; абразия, эрозия; курумы; пыльные бури.
- Метеорологические и агрометеорологические опасные явления: бури (9-11 баллов); ураганы (12-15 баллов); смерчи (торнадо); шквалы; вертикальные вихри (потoki); крупный град; сильный дождь (ливень); сильный снегопад; сильный гололед; сильный мороз; сильная метель; сильная жара; сильный туман; засуха; суховей; заморозки.
- Морские гидрологические опасные явления: тропические циклоны (тайфуны); сильное волнение (5 баллов и более); мощные колебания уровня моря; сильный тягун в портах; ранний ледяной покров или припай; напор

льдов, интенсивный дрейф льдов; непроходимый (труднопроходимый) лед; обледенение судов; отрыв прибрежных льдов.

- Гидрологические опасные явления: высокий уровень воды: половодье; дождевые паводки; заторы; зажоры; низкий уровень воды; ранний ледостав и появление льда на судоходных водоемах и реках; повышение уровня грунтовых вод (подтопление).
- Природные пожары: чрезвычайная пожарная опасность; лесные пожары; пожары степных и хлебных массивов; торфяные пожары; подземные пожары горючих ископаемых.

Ежегодная вероятность гибели жителей планеты Земля от природных опасностей ориентировочно равняется десять в минус пятой степени, т.е. на каждые сто тысяч жителей планеты погибает 1 человек.

Подводя итог можно сказать, что человек не в состоянии повлиять на ход развития стихийных бедствий, они появляются внезапно, предугадать варианты их развития трудно, ведь по своей сути они являются непредсказуемыми, так как зависят не от человеческих факторов, а от мощности вызвавших их природных явлений (лесные пожары, ураганы, наводнения). Для предотвращения последствий стихийных бедствий необходимо выполнять профилактические мероприятия, предусмотренные для каждого региона, в случаях возникновения таких ситуаций, а также необходимо уметь гражданам правильно действовать, руководствоваться и применять рекомендации специалистов, исходя из конкретной обстановки.

## **1.2 Мониторинг и прогнозирование ЧС**

В условиях развития современного мира и новых рисков, проведение комплексной работы по предупреждению, профилактике возникновения чрезвычайной ситуации является важным элементом государственной политике страны.

На сегодняшний день тема о своевременном предупреждении ЧС обсуждается не только на территории Российской Федерации, но и за рубежом.

В нашей стране имеется большой опыт мониторинга огромных территорий на предмет возникновения угроз и рисков, а также своевременное принятие превентивных мер по их уменьшению и ликвидации последствий от серьезных катастроф.

Современное законодательство определяет, что главной задачей органов исполнительной власти всех уровней становится не только ликвидация ЧС, но и так же плановая работа по их предотвращению. Мировой опыт и опыт работы с ЧС в России со всей очевидностью показывает, что природные и техногенные катастрофы эффективнее предупреждать, чем ликвидировать их последствия.

В Российской Федерации активно развивается система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, в программе задействовано свыше 7 тысяч организаций и учреждений по всей стране. В 1999 году был создан Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России центр «Антистихия»[4]. Названная организация по своей природе является уникальной, аналогичных организаций нет даже в таких странах как Япония и США. За время своего существования Центр доказал свою эффективность.

Название Центра точно отвечает основной задаче этой научной организации. Для руководителей местных органов власти разрабатываются рекомендации по своевременному и эффективному реагированию на различного рода бедствия. Это непосредственно помогает принять необходимые меры, не допустить возможных человеческих жертв и уменьшить масштабы катастроф. Сегодня филиалы Центра «Антистихия» работают практически во всех субъектах РФ, его специалисты составляют долгосрочные, среднесрочные, а также оперативные прогнозы развития ЧС природного и техногенного характера. Руководители любого уровня власти всегда могут воспользоваться данными Центра «Антистихия». С 15 ноября 2019 года данный Центр присоединился к составу ВНИИ ГОЧС.

Основные мероприятия, проводимые государством в рамках предотвращения ЧС, определены в следующих направлениях: мониторинг ЧС;

создание единой информационной системы данных по источникам чрезвычайных ситуаций; прогнозирование ЧС; обеспечение органов государственной власти и органов местного самоуправления информацией о возможности и об угрозе возникновения ЧС на определенной территории; причинах возникновения ЧС; наблюдения за источниками ЧС, включающую сбор и анализ информации об источниках.

Мониторинг чрезвычайных ситуаций представляет под собой процесс наблюдения за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, биосферы, а также техногенных систем) с целью ее контроля, составления прогноза и выполнения функции по охране среды.

Основополагающей задачей, стоящей перед уполномоченными органами власти, выполняющими функции по мониторингу опасных явлений и процессов в техносфере и природе, является – повышение уровня достоверности и точности подготавливаемого прогноза чрезвычайных ситуаций. Прогноз подготавливается на основе объединения технологических, информационных и интеллектуальных возможностей различных органов государственной власти и органов местного самоуправления, занимающихся проведением мониторинга отдельных видов опасностей.

По итогам мониторинга полученные данные будут использованы специалистами при формировании основы для прогнозирования. Прогнозирование представляет под собой творческий и исследовательский процесс, направленный на получение определенных данных о предполагаемом состоянии объектов и процессов, а также на оценку возможных путей развития, последствий различных явлений[5].

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций – это опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем[6].

Прогнозирование ЧС включает в себя ряд элементов. Один из них — информация об объекте прогнозирования, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения.

Информация об объекте позволяет с использованием тех или иных методик, способов и методов определить состояние объекта в будущем, в основе данной системы лежит эвристический и математический метод.

Эвристический подход основан на использовании мнений и решений специалистов-экспертов. Целью использования эвристического подхода является прогнозирование тех процессов, которые фактически невозможно представить в виде построения математических формул и (или) уравнений. Основопологающим при использовании мнений и решений экспертов является получение и дальнейшее использование реальной информации о прогнозируемом процессе, объекте или явлении.

Целью использования математического подхода является формализация, т.е. описание ЧС с помощью формул или систем уравнений.

В основе использования математического подхода лежит использование имеющихся данных (результатов наблюдений) о характеристиках прогнозируемого явления, процесса, объекта и дальнейшая их обработка математическими методами, позволяющая получить и связать указанные характеристики с количественными оценками во времени и пространстве.

Прогнозирование, как один из ключевых способов предотвращения ЧС, предполагает создание основной базы предупреждения ЧС техногенного и природного характера.

Существует два различных по своему назначению процесса прогнозирования, в первом случае, в обычном режиме происходит прогнозирование вероятности появления чрезвычайных ситуаций, т.е. изучение и предположение о фактах возникновения ЧС (направление распространения ЧС, место появления и территория распространения (размер опасных проявлений), в том числе наличие в месте появления ЧС населенных пунктов,

временной промежуток возникновения и действия ЧС, а также исследуются и другие характеристики исходя из конкретных обстоятельств происшествия).

Второй процесс прогнозирования направлен уже на существующую (образовавшуюся) ЧС, так происходит оценка и анализ эффективности мер, направленных на ликвидацию ЧС и ее последствий.

Наиболее значимым из подготавливаемых прогнозов является прогноз вероятности возникновения ЧС, полученные данные используются для эффективного предотвращения ЧС и созданных им последствий (особенно важно проводить мероприятия по прогнозированию в техногенной сфере, а также при изучении некоторых природных бедствий), в том числе для минимизации вероятности человеческих жертв и ущерба, информирования населения, организации готовности к возникшей ЧС, а также определения подходящих предупредительных мер.

По времени прогнозов возникновения ЧС принято условно их подразделять на долгосрочное прогнозирование и оперативное (краткосрочное) прогнозирование опасных и неблагоприятных природных явлений. Для обеспечения безопасности населения и территории государства в первую очередь необходимо подготавливать наиболее точное долгосрочное прогнозирование (до нескольких лет). Долгосрочное планирование первоначально направлено на формирование основ государственной политики в области защиты населения страны и принятия предупредительных мер (решений), направленных на предотвращение и ликвидацию последствий ЧС.

При подготовке прогнозов необходимо произвести анализ всех предполагаемых источников ЧС, характерных для каждого региона в отдельности.

Оперативные (краткосрочные) прогнозы разрабатываются и подготавливаются специалистами для получения исходной информации о возможной ситуации для принятия конкретных мер и решений по защите населения страны и ее территории от поражающих факторов ЧС.



Основными элементами оперативного прогнозирования являются комплексные технологии, включающие в себя технологии мониторинга, геоинформационные технологии, а также технологии математического моделирования и прогнозирования [8-9].

Целью использования математического моделирования и прогнозирования ЧС является моделирование воздействия ЧС на прочность и стабильность системы функционирования рассматриваемых объектов и моделирования системы ликвидаций последствий произошедших воздействий. Использование данного моделирования позволяет руководителям и специалистам территориальных субъектов оперативно и с точным расчетом принимать решения по разработке и исполнению мероприятий по ликвидации ЧС. К технологиям математического моделирования относятся – построение моделей ликвидации ЧС; исследование операций (получение рекомендаций для принятия решения, в том числе анализ ЧС за определенный период времени, мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций); численный метод моделирования действующие модели и инженерные расчеты.

Технологии мониторинга ЧС созданы и направлены на повышение качества и целесообразность принятия тех или иных решений по предупреждению ЧС, так происходит обработка и анализ получаемой информации (данных), для дальнейшего снижения риска, принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС. К данным технологиям следует отнести: сбор, обработку и анализ данных; оценку полученных характеристик природной и техногенной опасности; наблюдение и оценку особо значимых и потенциально опасных объектов; экспертно-аналитические технологии наблюдения за состоянием природной среды.

Целью использования геоинформационных технологий является обеспечение сбор, хранение, обработка и интерпретацию первичной получаемой информации, включающей в себя пространственную (информация о территории зон поражения от возможных ЧС, ее размерах, наличия на ней объектов, опасных процессов и явлений) и описательную информацию.

Важнейшими элементами геоинформационных технологий ученые и специалисты называют – создание и ведение единой базы данных, как на территории отдельной территории, так и на территории всего государства; интерпретацию первичной информации; обработку полученной информации для дальнейшего использования в прогнозах, моделировании, прогнозировании и вычислениях.

Все вышеназванные технологии были реализованы и вошли в состав специализированной системы, работающей в автоматизированном режиме, разработанной и введенной в эксплуатацию специалистами Центра «Антистихия» (ВНИИ ГОЧС). На сегодняшний день данные системы введены и работают и на федеральном, и на региональном уровне региональных центров МЧС России [10-12].

Использование систем позволяет специалистам МЧС рассчитать весь спектр возможных вероятностей появления ЧС как техногенного, так и природного характера, с детализацией конкретной территории появления неблагоприятных явлений.

На базе МЧС России в 2003г. созданы и применяются по настоящее время «Методические рекомендации по организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций». Точность и оправдываемость прогнозов, согласно представленной статистики специалистов центра «Антистихия» (ВНИИ ГОЧС), достигает девяносто процентов [13,14].

При реализации технологий долгосрочного прогнозирования применяется методология анализа и управления рисками, так результаты долгосрочного прогноза являются исходными данными для разработки сценариев реагирования на ЧС; государственных и ведомственных целевых программ, направленных на снижение масштабов ущерба, предотвращение и своевременную ликвидацию последствий, прогнозируемых ЧС; разработка и внедрение документации, в том числе паспортов безопасности субъектов, муниципальных образований субъектов, потенциально опасных и социально значимых объектов определения сосредоточения основных усилий органов

управления в области реагирования на ЧС; разработки планов по предупреждению и ликвидации ЧС.

На сегодняшний день одним из ключевых направлений в области прогнозирования ЧС, является постоянное улучшение информационно-аналитических технологий. Использование данных технологий предполагает контроль со стороны специалистов за параметрами и обстановкой природной среды; создание математических моделей, способных своевременно прогнозировать и отслеживать возникновение и развитие неблагоприятных и опасных природных явлений, и процессов, которые могут привести к ЧС[15].

Одной из наиболее проработанных технологий выступает прогнозирование лесных пожаров, направленное на картирование и анализ лесных пожаров. В основе технологии лежит целый комплекс взаимосвязанных задач по мониторингу лесных пожаров: мониторинг (отслеживание) процессов возникновения и развития лесных пожаров, состояние лесного покрова; оценка пожарной опасности в лесах на определенной территории; динамика осадков; мониторинг процессов тушения лесных пожаров; температура и влажность воздуха и др. [16,17].

Высокую степень проработки имеет технология прогнозирования лесных пожаров, в основе которой лежит комплекс взаимосвязанных метеорологических характеристик (количество и динамика осадков, температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра), параметры и состояние лесного покрова и др. Проработка технологий прогнозирования лесных пожаров особенно актуальна в последние года, когда уровень лесных пожаров значительно увеличился на территории Сибирского Федерального округа. Основной целью использования технологий прогнозирования лесных пожаров выступает выявление наиболее пожароопасных участков местности, сохранение жизней граждан страны, а также направлено на минимизацию сил и средств на тушение.

Значительные успехи наблюдаются в области прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений (сход снежных лавин, ураганы, бури,

циклоны, сильный мороз, сильная жара, метель, гололед и др.), точность и оправдываемость таких прогнозов доходит до 60-80% [18,19].

Главной проблемой, в области развития и использования технологий прогнозирования, является не высокий уровень достоверности как краткосрочного (оперативного) прогнозирования, так и долгосрочных прогнозов. Стоит отметить, что проблема с уровнем достоверности существует не во всех направлениях прогнозирования ЧС, в некоторых областях, как было отмечено выше, уровень достоверности достаточно высок.

Согласно анализу данных, представленных в открытой сети интернет Meteoinfo, чем меньше прогнозируемый срок, тем выше достоверность для всех метеорологических прогнозов. Обусловлено это явление объемом информации, которая будет использована при составлении прогноза. Так, например, прогноз на следующие несколько дней предполагает использование только информации об обстановке на территории нескольких тысяч километров, в случаях же составления недельного прогноза необходимо учитывать информацию об обстановке на всей планете.

В связи с изложенным подготовка долгосрочных прогнозов, по аналогии с краткосрочными, не представляется возможной, так специалисты подготавливают прогнозы длительностью более чем на неделю по методу аналогии (т.е. анализируя опыт прошлых лет и схожие ситуации на определенной территории), что не предполагает за собой высокий уровень их достоверности.

Однако на практике встречаются и иные случаи, так при анализе прогнозирования землетрясений, достоверность долгосрочных и среднесрочных прогнозов значительно высокая, в тоже время достоверность краткосрочных (оперативных) и сверхоперативных прогнозов ставится учеными и специалистами под сомнение.

Прогнозирование землетрясений занимает отдельное место в этой системе. В рамках данного прогноза специалисты отходят от двух видов прогнозов, этой области присуще следующее деление по времени прогноза –

долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный и оперативный, некоторые ученые и специалисты выделяют дополнительно сверхоперативный прогноз, который может включать в себя часовой, минутный и даже секундный прогноз[20-23].

При подготовке долгосрочного прогноза землетрясений учитываются изменения режима землетрясений на территории, т.е. отслеживают появление зон сейсмического застоя; берут в расчет изменения напряженного состояния вещества литосферы, изменением ее сейсмической прозрачности, а также другие условия, влияющие на появление землетрясений. Проводя анализ и оценку полученной информации предполагается получение сведений о подготовке землетрясений за срок от одного месяца до нескольких лет.

Среднесрочный прогноз направлен на получение конкретной информации за недели или месяцы о сейсмическом событии. В рамках названного прогноза предполагается сценарий разрушений, произошедших при сейсмическом событии, сценарий подготавливается по данным текущих изменений наклонов земной поверхности, наблюдений за геофизическими полями и др.

В основе краткосрочного прогноза лежит получение информации за несколько часов или дней. В данном случае используются все вышеназванные методы, но отдельное внимание уделяется изменениям напряжений и деформаций земной поверхности.

Предсказать и точно спрогнозировать точный момент начала землетрясения возможно только в том случае, если у специалистов будет весь объем необходимой информации.

За последние десять лет особенно прорабатывается прогнозирование опасных и неблагоприятных природных процессов и техногенных аварий с использованием систем космических технологий, такой подход предполагает значительное увеличение уровня достоверности прогнозов. Применение космических технологий представлено на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1 – Космические технологии прогнозирования**

Ежедневно информация, получаемая с использованием космических систем, используется для получения моделей прогноза безопасности территорий и опасных производственных объектов. Основной целью создания космических технологий прогнозирования стало обеспечение глобальности наблюдения, возможность своевременной и оперативной передачи полученных данных и доступность снимков. Первая такая система была запущена в Китае еще в 2008г., так на орбиту планеты было направлено 2 спутника, созданных специально для мониторинга окружающей среды, прогнозирования ЧС и оперативной съемки районов катастроф, а также дальнейшая своевременная передача полученных данных в уполномоченный орган [24-28].

Вместе с тем, исследования из космоса позволяют отслеживать температурные режимы океана, материков и атмосферы, динамики лесных массивов, степные, лесные и торфяные пожары, паводковую обстановку, загрязнения атмосферы и гидросферы, вулканическую деятельность, проводить исследования предвестников землетрясений. Основное направление использования космических средств для прогнозирования – выявление и уточнение конкретной обстановки, связанной с масштабными неблагоприятными и опасными природными явлениями, и процессами (лесные пожары, наводнения и др.) с незначительной динамикой развития. Ситуации с землетрясениями, сходом лавины и других подобных явлений космические

технологии на сегодняшний день спрогнозировать не могут, связано это со спецификой природных явлений и отсутствием технической возможности исследования этих явлений из космоса.

На сегодняшний день космические системы прогнозирования ЧС активно используются силами МЧС России, данные системы уже заменили большое количество устаревших технологий. Государству необходимо и дальше проводить развитие и поддержание этого направления.

Развитие системы мониторинга и прогнозирования ЧС является одним из важнейших направлений в области защиты населения и территории Российской Федерации от ЧС.

## **2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Характеристика Томской области**

Томская область расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины и занимает площадь 314000 км<sup>2</sup>. Томская область граничит с Новосибирской, Кемеровской и Омской областями, Красноярским краем и Ханты-Мансийским автономным округом, территориальные границы наглядно показаны на рисунке 2.1.

Большое расстояние между северной и южной границами, характеризует отличия климатических условий южных и северных районов.



**Рисунок 2.1 – Географическое положение Томской области**

Почти вся территория области находится в пределах таежной зоны. Рельеф Томской области в большей части равнинный, лишь на юго-востоке области на территорию выходят северные отроги (короткие и узкие горные хребты) Кузнецкого Алатау.

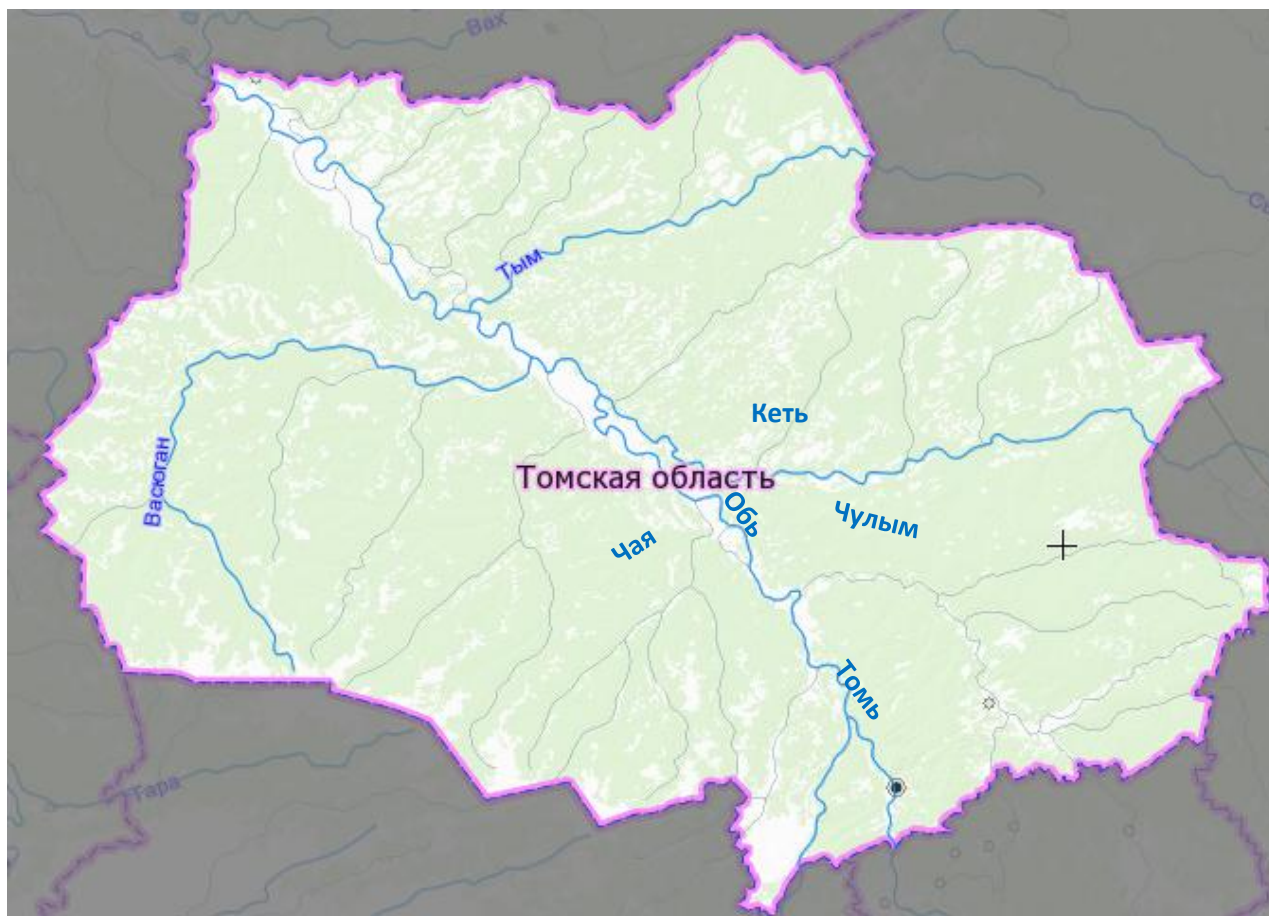


Основной водной артерией на территории Томской области является река Обь, так в границах региона проходит нижний отрезок верхней реки Оби и верхняя часть средней Оби, общая протяженность составляет 1169 км.

Река Обь является основной водной артерией Томской области (рисунок 2.2). В пределах области лежит нижний отрезок верхней Оби и верхняя часть средней Оби, общей протяженностью 1169 км. Ширина поймы реки доходит 20-30 км.

Основными притоками Оби, на территории Томской области, являются:

- 1) левобережные – Васюган, Парабель, Чая, Шегарка;
- 2) правобережные – Томь, Тым, Чулым, Кеть.



**Рисунок 2.2 – Реки Томской области**

Всего в области насчитывается 573 реки, длиной более 20 км и 35 озер площадью от 5 и более квадратных километров. Томская область по ресурсам речного стока занимает одно из первых мест в Западной Сибири. В таблице 2.1 представлены характеристики основных рек Томской области.

Таблица 2.1 Гидрологические характеристики основных рек Томской области

Река	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний годовой расход, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации	Годовой объем стока, км <sup>3</sup>
Обь (г. Колпашево)	486 000	3537	0,14	112
Томь (г. Томск)	57 000	1027	0,16	32,4
Чулым (с. Тегульдэт)	55 300	289	0,19	9,11
Чулым (с. Батурино)	131 000	784	0,19	24,7
Чулым (с. Зырянское)	92 500	556	0,18	17,5
Васюган (с. Ср. Васюган)	31 700	158	0,29	4,98
Кеть (с. Максимкин Яр)	38 400	240	0,2	7,57
Кеть (с. Родионовка)	71 500	473	0,19	14,9
Тым (с. Напас)	24 500	199	0,19	6,28
Парабель (с. Новиково)	17 900	72,6	0,42	2,29
Чая (с. Подгорное)	25 000	73,8	0,45	2,33

Климат Томской области резко континентальный характеризующийся продолжительной холодной зимой и теплым коротким летом. Среднегодовая температура воздуха области отрицательная: от -0,6°С в южных и центральных районах до -3,5°С в северных районах. Средняя температура января изменяется в пределах минус 19-23°С, для июля диапазон средней температуры лежит в пределах 17-20°С выше нуля. Безморозный период составляет 100-105 дней.

## 2.2 ЧС, характерные для Томской области

Географическое положение Томской области и климатические особенности субъекта благоприятно влияют на обстановку в регионе и препятствуют возникновению как техногенных, так и природных чрезвычайных ситуаций (таблица 2.2.).

Таблица 2.2 – Чрезвычайные ситуации, характерные для Томской области

№ п/п	Наименование риска	Детализация подрисков	Краткая характеристика
<b>Риски возникновения ЧС (происшествий) техногенного характера</b>			
<b>Риск возникновения аварий на объектах транспорта</b>			
1	<b>Риск возникновения аварий на объектах автомобильного транспорта</b>	1.1 ДТП на автодорогах с перерывом движения автотранспорта;	ДТП на автодорогах и в населенных пунктах, нарушение движения транспорта, комплексные аварии (пожары на транспорте, ДТП с разливом нефтепродуктов и прочее)
		1.2 ДТП с участием пассажирского автотранспорта	
		1.3 ДТП с разливом нефти и нефтепродуктов	
		1.4 ДТП на мостах, переправах, на ЖД переездах	
		1.5 ДТП с разливом (выбросом) АХОВ	

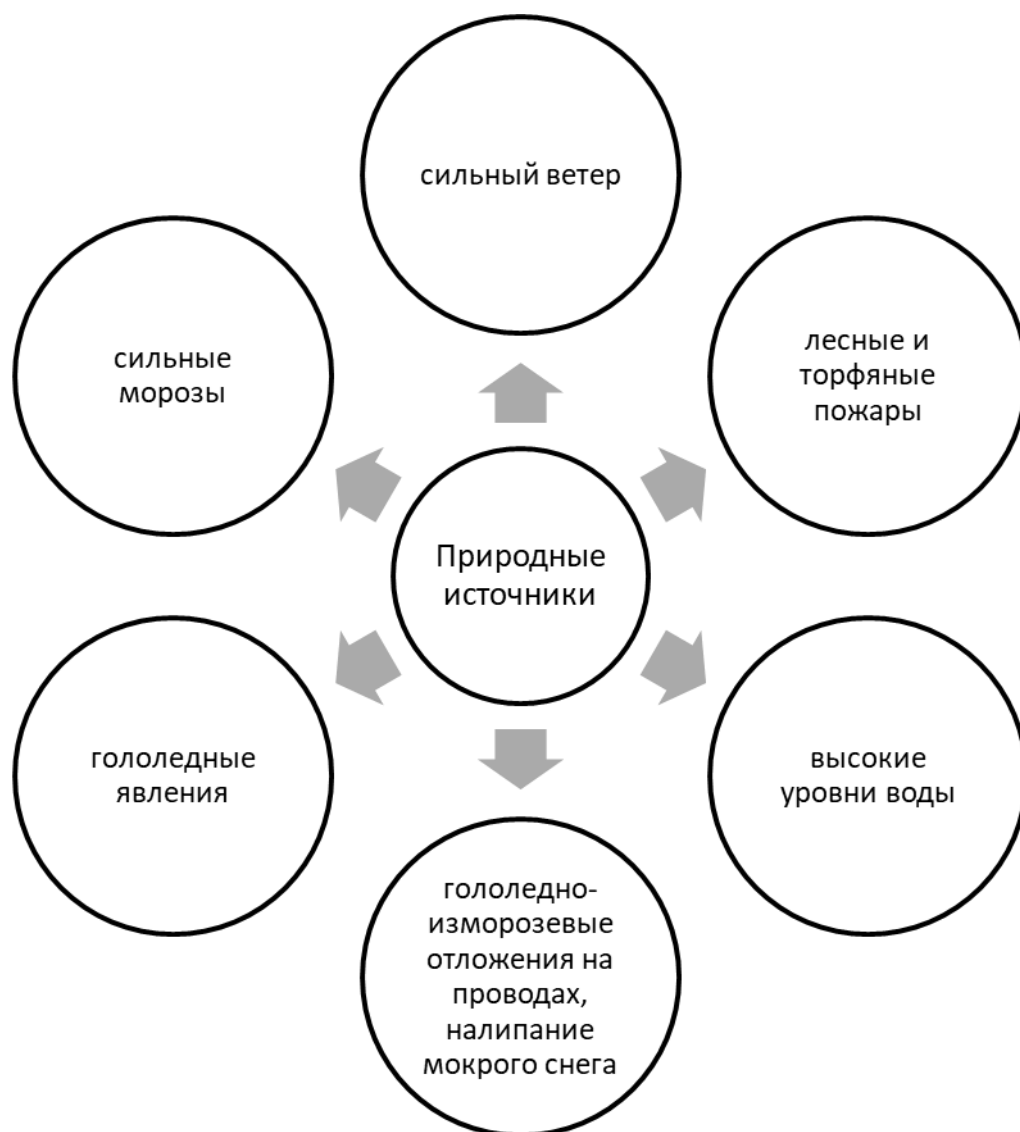
2	<b>Риск возникновения аварий на объектах ЖД транспорта</b>	2.1 ДТП с участием ЖД транспорта	ДТП с участием ЖД транспорта, сходы вагонов, нарушение движения ЖД транспорта, комплексные аварии (пожары на объектах ЖД транспорта, аварии с розливом (выбросом) АХОВ, нефтепродуктов.
		2.2 Сход вагонов пассажирских составов с перерывом движения ЖД транспорта	
		2.3 Сход вагонов грузовых составов с перерывом движения ЖД транспорта	
		2.4 Пожары на объектах ЖД транспорта	
		2.5 ЖД аварии с розливом нефти и нефтепродуктов	
		2.6 ЖД аварии с розливом (выбросом) АХОВ	
3	<b>Риск возникновения аварий на объектах воздушного транспорта</b>	3.1 Авиационные катастрофы и аварии в аэропортах и населенных пунктах	Все виды авиапроисшествий (падения воздушных судов, ракетно-космических аппаратов, аварийные посадки и прочее)
		3.2 Авиационные катастрофы и аварии вне аэропортов и населенных пунктов	
		3.3 Падение частей космических аппаратов	
4	<b>Риск возникновения аварий на объектах речного транспорта</b>	4.1 Аварии, повреждения грузовых, пассажирских судов.	Кораблекрушения, аварии, повреждения грузовых, пассажирских судов, маломерных судов и судов флота рыбной промышленности.
		4.2 Аварии повреждения маломерных судов	
<b>Риск возникновения аварий на потенциально-опасных объектах (ПОО)</b>			
5	<b>Риск возникновения аварий на химически-опасных объектах</b>	5.1 Аварии на ХОО с нарушением технологического процесса	
		5.2 Аварии на ХОО с выбросом АХОВ	
6	<b>Риск возникновения аварий на газо-, нефте-, продуктопроводах</b>	9.1 Аварии на газо-, нефте-, продуктопроводах с нарушением технологического процесса (нарушением жизнеобеспечения населения)	
		9.2 Аварии на газо-, нефте-, продуктопроводах с розливом вредных (опасных) веществ несущие ущерб экологии (угрожающие населению)	
<b>Риск возникновения аварий на объектах жизнеобеспечения населения</b>			
7	<b>Риск возникновения аварий на электросетях</b>	11.1 Аварии на электросетях с перерывом электроснабжения потребителям (обрывы проводов, падения опор)	Аварии на объектах энергетики с нарушением поставки электроэнергии потребителям (аварии на ТП, обрывы линий электропередач, падения
		11.2 Аварии на трансформаторных	

		подстанциях с перерывом электроснабжения потребителей	опор и прочее)
		11.3 Аварии на электросетях, ведущие к нарушению движения транспорта (нарушение контактной сети)	
8	<b>Риск возникновения аварий на системах тепло-, водоснабжения</b>	12.1 Аварии на котельных (ТЭЦ), теплотрассах с нарушением теплоснабжения потребителей	Аварии на тепло- и водопроводах, котельных, водозаборах, ТЭЦ, с нарушением тепло-, водоснабжения населения.
		12.2 Аварии на сетях водоснабжения с нарушением жизнеобеспечения населения (включая социально-значимые объекты)	
		12.3 Комплексные аварии на сетях водоснабжения (влекущие нарушение теплоснабжения потребителей)	
		12.4 Комплексные аварии на ТЭЦ (влекущие нарушение электроснабжения потребителей)	
<b>Техногенные риски</b>			
9	<b>Аварии с разливом нефти и нефтепродуктов</b>	14.1 Аварии на ПОО, хранилищах, нефте-, продуктопроводах с разливом нефти и нефтепродуктов	
		14.2 Аварии на объектах транспорта с разливом нефти и нефтепродуктов	
10	<b>Техногенные пожары</b>	15.1 Пожары в зданиях (сооружениях) жилого, административного, учебно-воспитательного, социального, культурно-досугового назначения, здравоохранения.	
		15.2 Пожары в зданиях, сооружениях и помещениях предприятий торговли пожары в складских, зданиях и сооружениях.	
		15.3 Пожары на транспортных средствах, в том числе железнодорожном, водном, автомобильном, воздушном транспорте.	
		15.4 Пожары (взрывы) в шахтах, подземных и горных выработках.	

		15.5 Взрывы газа (бытового) с последующим возгоранием.	
<b>Риски возникновения ЧС (происшествий) природного характера</b>			
11	<b>Паводки, подтопления</b>	18.1 Подтопления талыми водами 18.2 Весеннее половодье (сезонные паводки) 18.3 Дождевые паводки 18.4 Подъемы уровня воды вследствие заторов (зажоров).	
12	<b>Природные пожары</b>	19.1 Лесные пожары (в том числе с угрозой распространения на населенные пункты, объекты жизнеобеспечения населения, а также влекущие нарушение транспортного сообщения). 19.2 Неконтролируемые палы растительности – степные пожары (в том числе с угрозой распространения на населенные пункты, объекты жизнеобеспечения населения, а также влекущие нарушение транспортного сообщения).	
<b>Риски возникновения ЧС (происшествий) биолого-социального характера</b>			
13	<b>Эпидемии</b>	23.1 Сезонные превышения эпидпорога по заболеваниям ОРВИ, гриппом и прочее (в том числе пандемические гриппы, грипп H1N1 и прочее) 23.2 Массовые заболевания людей опасными инфекциями (холера, чума, желтая лихорадка и т.д.)	Массовые заболевания людей
<b>Прочие риски</b>			
14	<b>Происшествия на водных объектах</b>	28.1 Провалы людей и техники под лед в зимнее время (в том числе на ледовых переправах) 28.2 Отрывы льдин с рыбаками на больших водоемах (крупные реки, водохранилища) 28.3 Гибель людей на водных объектах	

Территория Томской области подвержена влиянию большинства известных опасных и неблагоприятных природных явлений (процессов),

являющихся причинами возникновения природных чрезвычайных ситуаций. Основные источники природного происхождения возможных ЧС, характерные для Томской области, представлены на рисунке 2.3.



**Рисунок 2.3 Природные источники возможных ЧС на территории Томской области**

Проведя анализ чрезвычайных ситуаций на территории Томской области, можно сделать вывод, что по статистике наиболее часто встречающимися чрезвычайными ситуациями природного характера являются лесные пожары и палы сухой растительности на территории региона вследствие жаркого бездождевого лета; шквалистые порывы ветра в весенне-летний период; затопление и потопление территорий в период половодья (весенне-летний период), из-за сильного подъема воды в многочисленных реках региона.

Периоды проявления опасных природных явлений на территории Томской области рассмотрены в нижеприведенной таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Периоды проявления опасных явлений на территории Томской области

№	Виды природных источников ЧС	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1.	Опасные геологические явления												
1.1.	Эрозия				X	X	X	X	X				
1.2.	Повышение уровня грунтовых вод					X	X	X					
2.	Опасные метеорологические явления												
2.1.	Бури, ураганы					X	X	X	X				
2.2.	Крупный град, сильный дождь (ливни)						X	X	X				
2.3.	Сильный мороз, метель, гололед	X	X	X								X	X
2.4.	Сильная жара, засуха						X	X					
3.	Опасные гидрологические явления												
3.1.	Наводнение, половодье, заторы				X	X	X						
3.2.	Дождевые паводки									X		X	
4.	Природные пожары												
4.1.	Лесные, лесостепные, степные				X	X	X	X	X	X	X		
4.2.	Торфяные						X	X	X	X	X		

Общая площадь зоны поражения может охватывать более 80 тысяч км<sup>2</sup>.

При этом в зоне поражения могут оказаться: пожароопасные объекты – нефтепровод и газопровод; химически опасные объекты в городе Томске; железные дороги – в Асиновском, Верхнекетском и Томском районах;

автомобильные и железнодорожные мосты в Асиновском, Верхнекетском, Томском, Чаинском, Бакчарском районах – общим количеством до 22 шт.; линии электропередач – на территории всех вышеперечисленных районов.

### **2.3 Система мониторинга и прогнозирования на территории Томской области**

На территории Томской области создана и функционирует территориальная система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций[10].

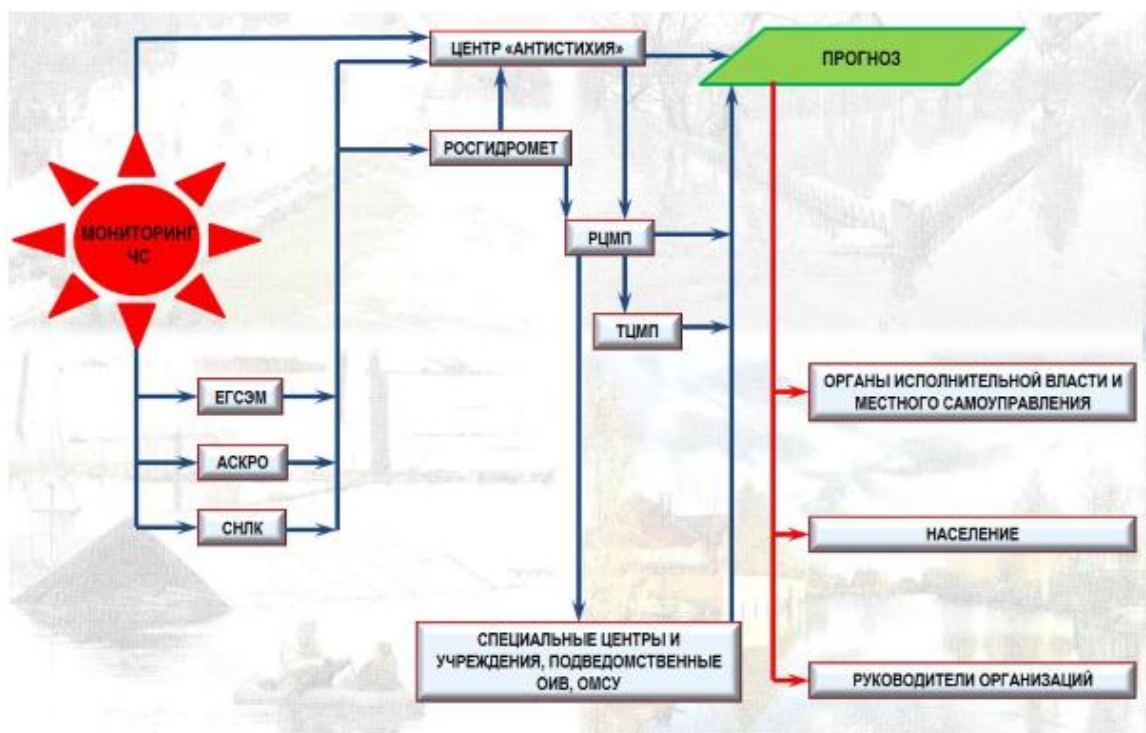
Основные цели функционирования системы:

- обнаружение вероятных источников возникновения, заблаговременного прогнозирования развития и последствий чрезвычайных ситуаций;
- разработка решений по обеспечению сохранения жизни и здоровья населения территорий;
- уменьшение материальных потерь и размеров ущерба окружающей среде от чрезвычайных ситуаций;
- осуществление надзорных мер за состоянием потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории Томской области представляет собой совокупность самостоятельных и взаимосвязанных организационно и функционально межведомственных, ведомственных и территориальных систем.

В основе построения данной системы заложен принцип использования ресурсов существующих организаций с функциями наблюдения, сбора и анализа прогностической информации и законности ее распространения до заинтересованных структур, руководителей и населения (рисунок 2.3).





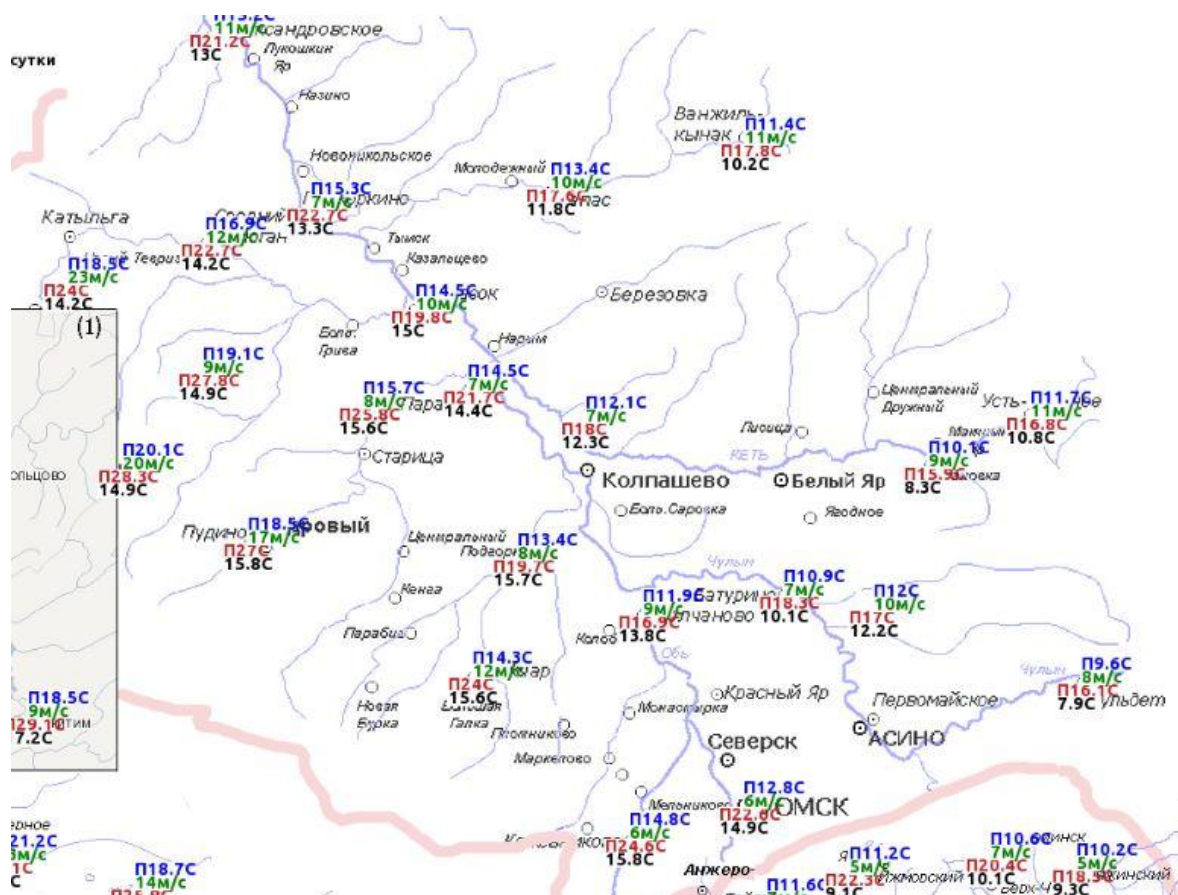
**Рисунок 2.4 – Система мониторинга и прогнозирования**

Организацию и производство наблюдений за гидрометеорологическими процессами, загрязнением окружающей среды, обеспечение органов государственной власти, отраслей экономики, организаций и населения информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении, в том числе экстренной информацией, на территории Томской области осуществляет Томский ЦГМС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Наблюдательная сеть постов ФГБУ «Томский ЦГМС» по состоянию на 2020 г. включает:

- двадцать три метеорологические станции (рисунок 2.5), данные с которых собираются и отображаются на информационном портале «Погода в реальном времени» каждые 3 часа;
- три авиационные метеорологические станции (Томск –аэропорт Богашево, Стрежевой, Колпашево-аэродром).
- сорок восемь гидрологических постов (рисунок 2.6);
- более двадцати радиационных постов;

- шесть стационарных пунктов наблюдения за качеством атмосферного воздуха в г. Томске;
- лаборатории, производственные базы, флот и т.д.



**Рисунок 2.5 – Метеостанции, расположенные на территории Томской области**

В оснащении Томского Гидрометцентра имеется несколько сотен видов информационной продукции:

- экстренная информация – штормовые предупреждения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, в том числе о сильных осадках, ветре, высоких уровнях воды в реках, экстремальных загрязнениях природных сред, резких изменениях погоды грозах, почвенных заморозках, сильных морозах и т.п.;
- гидрометеорологическая информация (наблюденная, прогностическая, архивная);
- агрометеорологическая информация (прогнозы, обзоры, справки, бюллетени и т.д.);

– информация в сфере мониторинга химического и радиационного загрязнения окружающей природной среды [43].

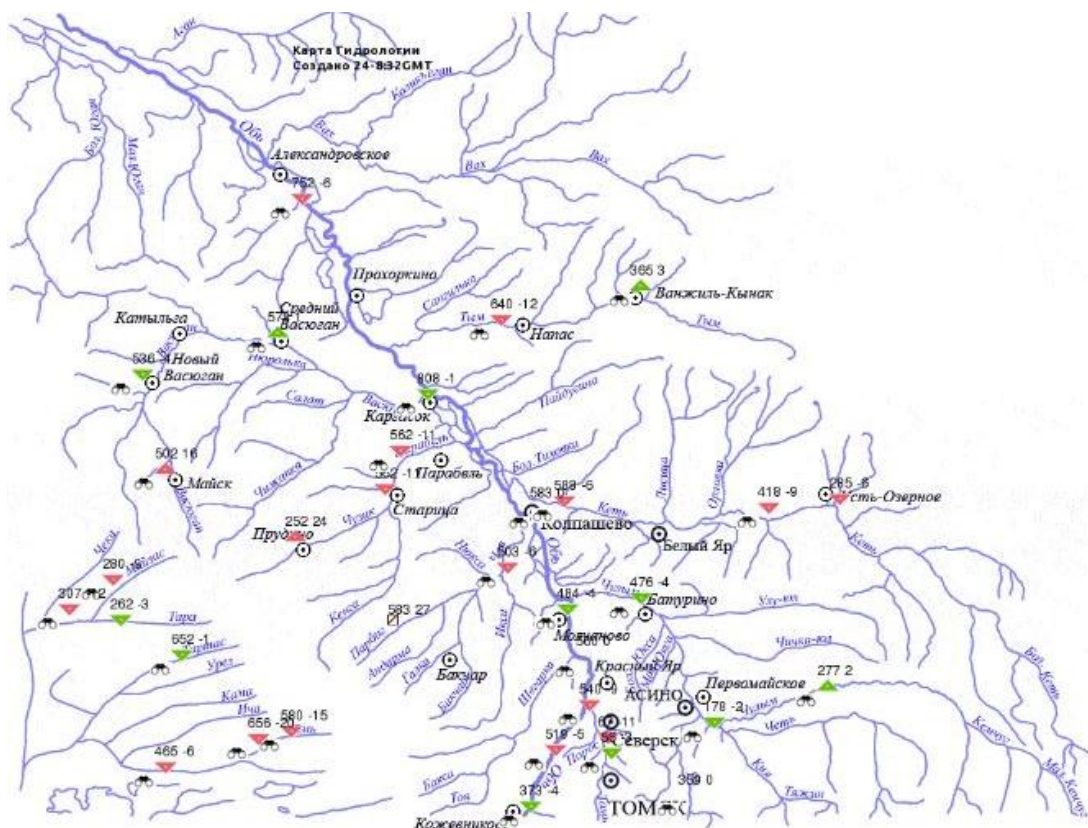


Рисунок 2.6 – Сеть гидрологических постов Томской области

В целях совершенствования работы, повышения качества и эффективности функционирования системы мониторинга:

1. Группой специалистов ОАО «Томскгеомониторинг» и ГУ МЧС России по Томской области был разработан «Атлас рисков природного, техногенного и биолого-социального характера на территории Томской области».
2. Специалистами ОАО «Томскгеомониторинг» систематически проводится обследование ледовой обстановки на р.Томь.
3. Томский ЦГМС - филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в период половодья обеспечивает контроль уровня воды на реках области, периодически расширяет и модернизирует сеть постов наблюдения (вводятся в эксплуатацию автоматические станции наблюдения – г. Томск).

4. Для контроля лесопожарной обстановки в ОГУ «Томская база авиационной охраны лесов» используется в том числе, беспилотный летательный аппарат, вышки наблюдения, оборудованные IP-видеокамерами и сопряженные с программно-аппаратным комплексом «Лесной дозор».

5. Расширяется использование ведомственных информационных ресурсов и баз данных (см. ниже), Интернет ресурсов (использование веб-камер для контроля обстановки в период прохождения ледохода на реке Томь и на автодорогах). Имеется круглосуточный доступ:

- к информационной справочной системе Центральной авиационной базы охраны лесов (ежедневный контроль обстановки в лесах);

- к информационной справочной системе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ресурс Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН <http://www.russianatom.ru>);

- к автоматизированной системе контроля радиационной обстановки Томской области (АСКРО ТО, <http://askro.green.tsu.ru/>)

- к информационным ресурсам Западно-Сибирского Метеоагентства «Погода в реальном времени» и интернет ресурсу визуализации данных по погоде zyGrib для контроля гидрометеобстановки;

- к базе данных космического мониторинга ЛПОКИ, Каскад и Космоплан, дополнительно используются интернет-ресурсы NASA и Сибирского центра ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета».

6. Организована работа по использованию и заполнению специального программного обеспечения «Интегрированная информационно-управляющая система трансляции и сбора информации на базе геоинформационных технологий» (Бриз, Гранит) и системы оперативного управления (СОУ).

7. Введен в эксплуатацию информационно-телекоммуникационный комплекс обеспечивающий сопряжение РАСЦО Томской области с центром коммутации Томского ЦГМС - филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (разработчик ООО «Инком»). Это обеспечивает автоматическое получение

штормовой (включая паводковую) и прогностической информации и адресную автоматическую ретрансляцию этой информации на диспетчерские пункты, объекты информирования и объекты оповещения РАСЦО с автоматическим запуском (при необходимости), стационарных и мобильных пунктов уличного информирования и оповещения населения, домашние, сотовые и служебные телефонные аппараты, аналоговое и цифровое телевизионное и радиовещание.

Службой мониторинга организована разработка всех видов прогнозов ЧС с соответствующей детализацией и их доведение до РЦМП, взаимодействующих и подчиненных подразделений, органов исполнительной власти Томской области, органов местного самоуправления, а также учреждений всех системы мониторинга и населения.

Как уже было описано выше на основании приказа МЧС России № 632 от 31 декабря 2002 года были утверждены Методики подготовки и представления прогнозов природных и техногенных ЧС (Рекомендации по организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций), так на основе данных рекомендаций осуществляется подготовка и представление прогнозов ЧС (долгосрочной и среднесрочной заблаговременности) на базе имеющейся информации по всем видам ЧС [11].

Так же на территории Томской области функционирует отдел мониторинга, моделирования и прогнозирования чрезвычайных ситуаций центра управления в кризисных ситуациях главного управления МЧС России по Томской области.

Основные задачи, выполняемые специалистами отдела мониторинга, прогнозирования и моделирования ЧС (ОМиП):

- мониторинг, сбор, обработка и анализ характерных рисков возникновения ЧС;
- доведение информации о ЧС (происшествиях), угрозе ЧС до руководящего состава, органов исполнительной власти субъекта, органов местного самоуправления и населения;

- участие в разработке всех видов прогнозов возможных чрезвычайных ситуаций и оценке социально-экономических последствий;
- участие в подготовке экстренных
- осуществление информационной поддержки и координации деятельности органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации ЧС;
- разработка моделей развития ЧС.

Прогнозы ЧС разрабатываются и направлены по всему спектру источников ЧС как природного, так и техногенного характера, характерных для территории Томской области. Имеющаяся база данных по параметрам ЧС и их источникам сформирована, постоянно обновляется, улучшается и дополняется актуальной информацией.

В период прохождения половодья на территории Томской области специалисты отдела ОМиП разрабатывают модели возможных зон подтопления населенных пунктов Томской области.

Населенные пункты, попадающие в зону подтопления прогнозируются на основе статистических данных и прогноза на прохождение весеннего половодья и включаются в реестр населенных пунктов, подверженных подтоплению.

На сегодняшний день нет методик, позволяющих оперативно спрогнозировать уровень воды на определенный период. Краткосрочное прогнозирование уровней воды в реках региона строится на основании статистических данных и экспертных мнений специалистов отдела мониторинга и прогнозирования. Исходя из этого, работа в данном направлении достаточно актуальна.



### 3. АНАЛИТИКА И РАСЧЕТЫ

#### 3.1 Анализ прохождения половодья и паводков на территории Томской области

Одним из основных сезонных рисков возникновения природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области является половодье.

Половодье на территории Томской области, как правило, проходит в два этапа:

- Первый этап (вторая декада апреля – первая декада мая) представляет собой период вскрытия рек и прохождения ледохода на территории области (активное снеготаяние на равнинных и открытых участках местности).

- Второй этап (вторая декада мая – вторая декада июня) – период прохождения талых вод (активное болот на территории области).

Многолетние характеристики сроков начала вскрытия рек бассейна р. Оби на территории Томской области по данным ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Многолетние характеристики сроков начала весеннего ледохода

Река	Пункт	Многолетние характеристики сроков начала весеннего ледохода		
		раннее	среднее	позднее
Обь	Молчаново	10.04	25.04	12.05
	Колпашево	13.04	28.04	16.05
	Каргасок	19.04	04.05	25.05
	Александровское	19.04	09.05	25.05
Томь	Томск	05.04	18.04	09.05
Чулым	Тегульдет	14.04	30.04	18.05
	Зырянское	09.04	26.04	14.05
	Батурино	15.04	29.04	18.05
Чая	Подгорное	04.04	24.04	14.05
Кеть	Максимкин Яр	16.04	03.05	19.05
Васюган	Средний Васюган	14.04	03.05	19.05
Тым	Напас	19.04	08.05	27.05

Проанализировав данные о прохождении весеннего половодья на территории Томской области в период с 2015 по 2019 годы, по данным МЧС

России по ТО и Томского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», можно сделать вывод, о том, что самый высокий уровень поднятия воды наблюдался в 2015 году (рисунок 3.1).



**Рисунок 3.1 – Максимальный уровень подъема воды в реке Обь с 2015 по 2019 год**

В 2015 году на территории области наблюдалось самое высокое половодье за последние пять лет (рисунок 3.2). Уровень воды поднимался выше критических отметок практически на территории всей области. В результате чего подтапливалось более 50 населенных пунктов в 13 муниципальных районах, около 550 жилых домов с населением более 2200 человек и больше 1500 приусадебных участков.

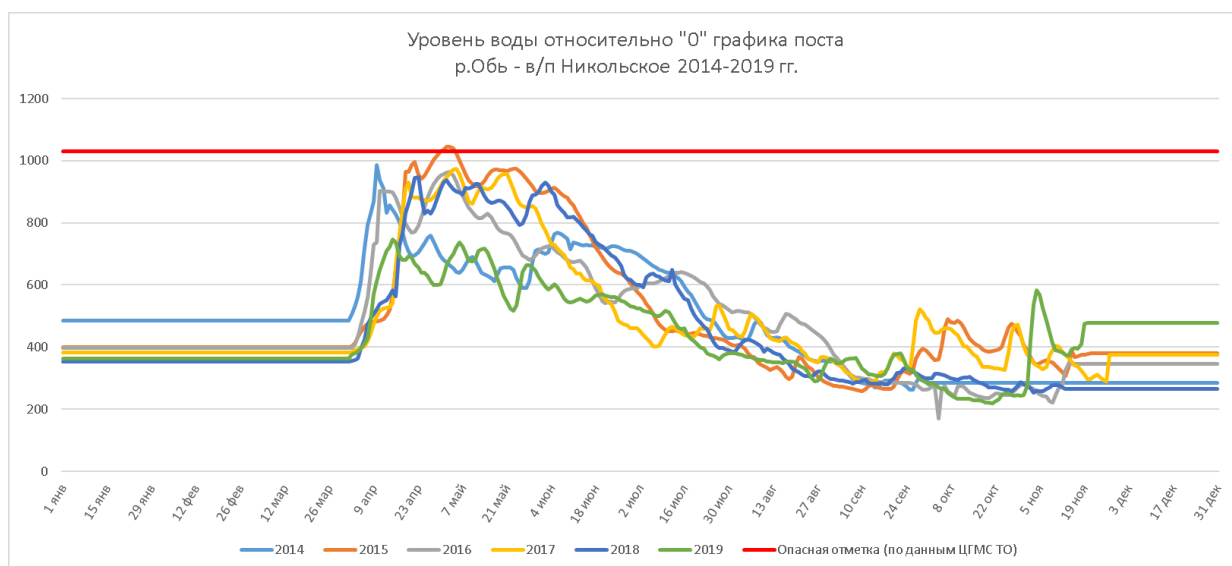
В 2016 году на территории области подтапливался 1 населенный пункт в Молчановском районе, в зону затопления попало 126 приусадебных участков.

В 2017 году на территории области в 17 населенных пунктах подтапливались 124 приусадебных участка и 1 жилой дом.

В 2018 году на территории области подтапливалось 10 населенных пунктов в 6 муниципальных районах, в зоне подтопления оказалось 16 жилых домов и 90 приусадебных участков.



В 2019 г. на территории области подтапливалось 3 населенных пункта в двух муниципальных районах, было подтоплено 27 приусадебных участков.



**Рисунок 3.2 – Динамика уровней воды по водомерному посту Никольское с 214 по 2019 год**

Анализируя остановку, складывавшуюся во время прохождения весеннего половодья на территории Томской области, можно сделать вывод, что ежегодно в зону подтопления попадает множество населенных пунктов. Так же в результате разлива рек происходят переливы дорог, вследствие чего нередко нарушается транспортное сообщение с населенными пунктами. На данный момент времени долгосрочное прогнозирование прохождения весеннего половодья достаточно хорошо развито, это благосклонно влияет на выполнение превентивных мероприятий, которые в свою очередь позволяют уменьшить ущерб от наводнений. Однако краткосрочному прогнозированию уделяется слишком мало внимания, методики, позволяющие спрогнозировать уровень воды на достаточно непродолжительный период, недостаточно проработаны с точки зрения оправдываемости прогнозов.

### 3.2 Методы прогнозирования уровней воды

На сегодняшний день существует несколько методов краткосрочного прогноза уровней воды в реке:

– Методы, которые строятся на основе зависимости движения воды в реке, они представляют собой способы расчета передвижения волны паводка на участке реки и являются основными для краткосрочного прогнозирования.

– Водобалансовые методы (модели прогноза стока), в их основе лежит исследование зависимости процессов образования стока в бассейне реки.– Методы, сформированные на отношениях водных температур.

– Методы, основывающиеся на статистических зависимостях.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций, в частности уровней воды в реках, является одной из сложнейших задач предотвращения ЧС, связанной с многофакторностью, недостаточной изученностью различных природных процессов, неоднозначностью взаимодействия различных факторов, трудностью математического моделирования процессов.

### **3.3 Построение математической модели для прогнозирования уровня воды в р. Обь на территории Томской области**

По состоянию на 2020 год в оснащении специалистов МЧС России имеется 10 расчетных задач:

- оценка последствий лесных пожаров;
- автоматизированная система расчета времени достижения фронтом пожара населенных пунктов;
- расчет достаточности сил на очагах лесных пожаров;
- расчет завалов при взрыве бытового газа и обрушения конструкций;
- расчет остывания зданий;
- расчет потребности воды;
- аварийно-химические опасные вещества;
- расчет обморожения;
- система автоматизированного управления рисками;
- автоматизированная информационно-управляющая система.

На данный момент нет доступных расчетных задач, которые бы позволяли спрогнозировать уровень воды, что немаловажно при прохождении

весеннего половодья, так как своевременный и точный прогноз позволяет минимизировать ущерб.

Для оперативных расчетов уровней воды на определенный период предлагается использование полученных зависимостей от сбросов Новосибирской ГЭС, среднесуточной температуры и общего количества осадков за сутки. Для получения зависимостей были проанализированы статистические данные уровня воды по гидрологическим постам реки Обь, среднесуточной температуры и количества выпавших осадков за 2015-2019 гг.

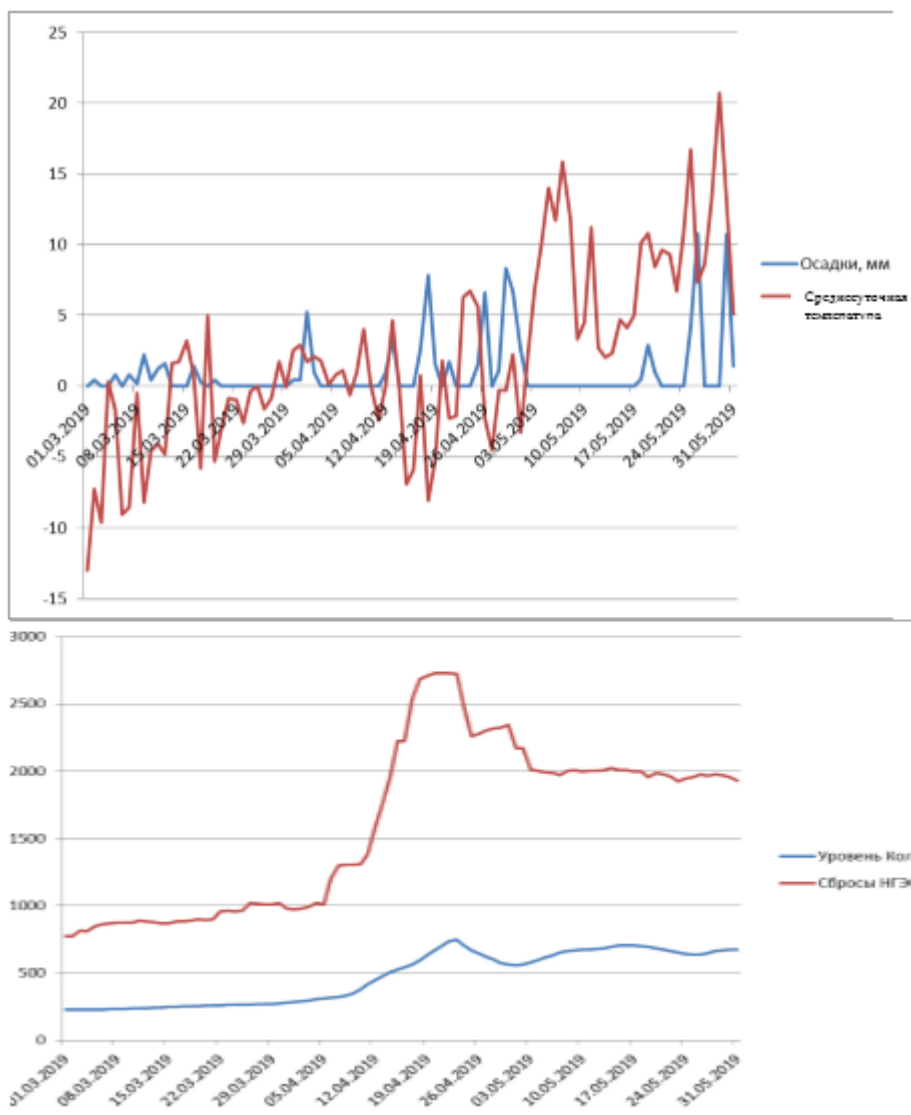


Рисунок 3.3 – Графики зависимостей

Из графиков, представленных на рисунке 3.3, видно, что наибольшее влияние на уровень воды оказывает уровень сброса Новосибирской ГЭС.

В общем случае на изменение уровня воды оказывает влияние значительное количество факторов: количество осадков, выпавших за сутки; интенсивность снеготаяния; запасы воды в снежном покрове; характеристика грунта устья и берегов реки; уровень грунтовых вод и т.д.

Для точного прогнозирования по каждому из факторов необходимо иметь статистические данные за достаточно существенный период времени, что на практике оказывается затруднительно и иногда даже невозможно.

Следовательно, для построения модели прогнозирования уровня воды были выбраны некоторые ограничения. Для расчетов были выбраны несколько ключевых месяцев с точки зрения половодья: с апреля по июнь, т.е. паводкоопасный период.

Практически на границе с Томской областью находится Новосибирское водохранилище, из чего следует, что река Обь в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС является зарегулированной. График пропуска весеннего половодья Новосибирского водохранилища ежегодно утверждается руководителем Верхне-Обского БВУ (рисунок 3.4).



**Рисунок 3.4 – График пропуска весеннего половодья 2020г.**

Таким образом, в данной работе модель строится на основании следующих исходных данных:

1. Сбросы Новосибирской ГЭС;
2. Среднесуточная температура;
3. Количество выпавших осадков за сутки;
4. Дата.

В статье «Прогнозирование подъёма уровня воды на реке Обь в Томской области на основе регрессионного анализа» [43], изданной в 2015 г., а также в дипломной работе Ткаченко Юлии Анатольевны, был использован метод регрессионного анализа и изучены следующие виды регрессионных зависимостей: линейная, обратная, логарифмическая, показательная, полиномиальная третьего порядка.

В настоящей работе применяется другой метод регрессионного анализа – кусочно-линейная регрессия и рассмотрены дополнительные факторы, которые не были учтены ранее, позволяющие повысить уровень прогностической достоверности, а именно: использование при моделировании показателей среднесуточной температуры и количество осадков, выпавших за сутки.

Нередко вид зависимости между предикторами и переменной отклика различается в разных областях значений независимых переменных. Для построения таких моделей используется кусочно-линейная регрессия. Кусочно-линейная регрессия представляет собой способ построения модели с точками разрыва. Построение модели производилось в программе Statistica с помощью инструмента «Piecewise linear regression» [44].

Регрессия используется для анализа воздействия на отдельную зависимую переменную значений одной или нескольких независимых переменных.

В качестве зависимой переменной выступает Уровень воды по гидрологическому посту. В качестве независимых переменных выступают:

Дата; Сбросы Новосибирской ГЭС; Среднесуточная температура; Количество выпавших осадков за сутки.

На рисунках 3.5-3.10 приведены расчеты, полученные зависимости, а также графики уровней воды фактический и расчетный. Анализ проводился по средним значениям данных за период с 2015 по 2019 гг.

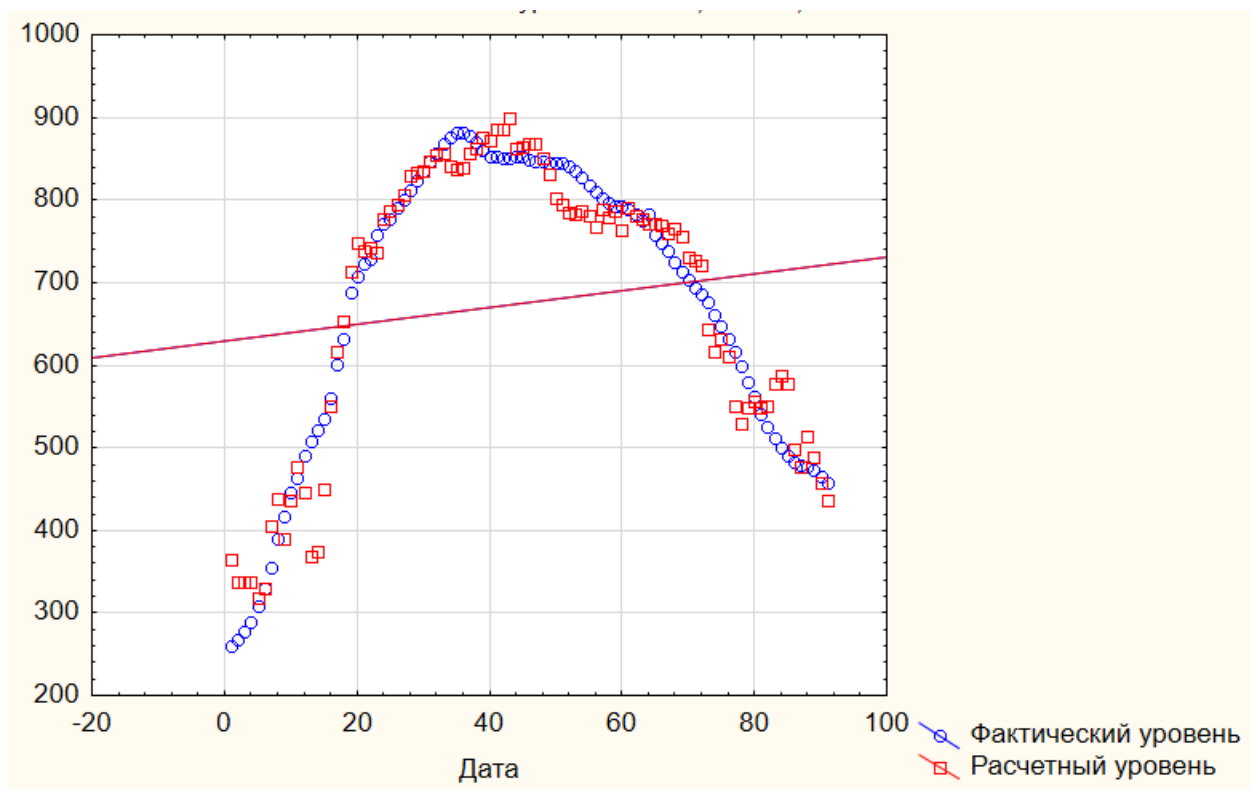
	1	2	3	4	5	Расчетный
	Фактический	Сбросы НГЭС	Осадки, мм	Температура	Дата	
1	260,3333	1328,333	1,666667	0,733333	1	363,9021
2	267	1337	0,166667	0,266667	2	336,8756
3	276,6667	1309,667	0	1,3	3	337,0130
4	289,3333	1318	0	1,766667	4	338,0365
5	309	1336,333	0,666667	0,766667	5	318,3108
6	329,6667	1371	0,666667	1,366667	6	329,7851
7	355	1527,667	0,166667	3,566667	7	405,2159

Рисунок 3.5 – Значения фактических уровней воды, Сбросов ГЭС, расчетных уровней.

N=91	Model is: Piecewise linear regression with breakpoint (Spreadsheet32) Dependent variable: Фактический уровень Loss: Least squares Final loss: 155567,58243 R= ,97241 Variance explained: 94,558%										
	Const.B0	Сбросы НГЭС	Осадки, мм	Температура ср	Дата	Const.B0	Сбросы НГЭС	Осадки, мм	Температура ср	Дата	Breakpt.
	Estimate	-48,6413	0,299308	6,777219	19,26842	-10,4627	489,7973	0,101441	-3,60646	-2,39201	-1,33287

Рисунок 3.6 – Результаты анализа данных. Величина достоверности 94%

Как видно из рисунка 3.6 при применении данного регрессионного анализа получаются две зависимости с точкой разрыва 675,6923.



**Рисунок 3.7 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидропосту Молчаново**

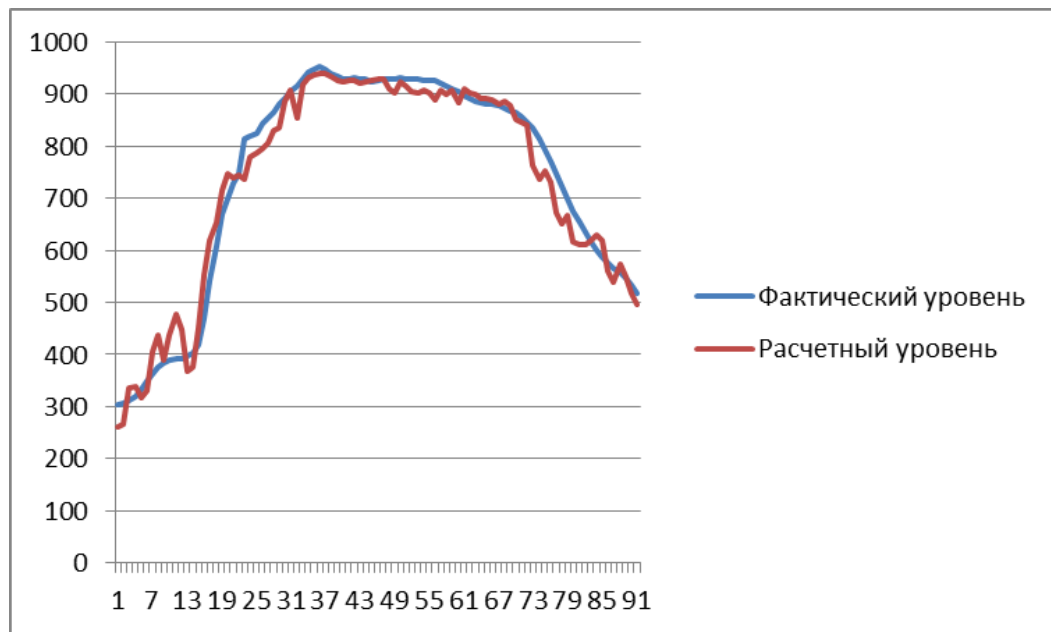
Для примера зависимость по гидрологическому посту Молчаново следующая:

$$Y = -48,6413 + 0,299308 \cdot x_1 + 6,777219 \cdot x_2 + 19,26842 \cdot x_3 - 10,4627 \cdot x_4 \quad (\text{при } Y \leq 675,69); \quad (3.1)$$

$$Y = 489,7973 + 0,101441 \cdot x_1 - 3,60646 \cdot x_2 - 2,39201 \cdot x_3 - 1,33287 \cdot x_4 \quad (\text{при } Y \geq 675,69); \quad (3.2)$$

где  $Y$  – расчетный уровень воды по гидрологическому посту Молчаново;  
 $x_1$  – независимая переменная Сброс ГЭС;  $x_2$  – независимая переменная Осадки;  
 $x_3$  – независимая переменная Температура;  $x_4$  – независимая переменная Дата.

Прогноз уровня воды с помощью полученной модели показан на примере 2015 года (рисунок 3.8). Как видно из рисунка, наблюдается удовлетворительное совпадение фактического и расчетного уровня воды.



**Рисунок 3.8 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидрологическому посту Молчаново в 2015г**

По гидрологическому посту Колпашево полученная зависимость представляет собой следующую систему уравнений:

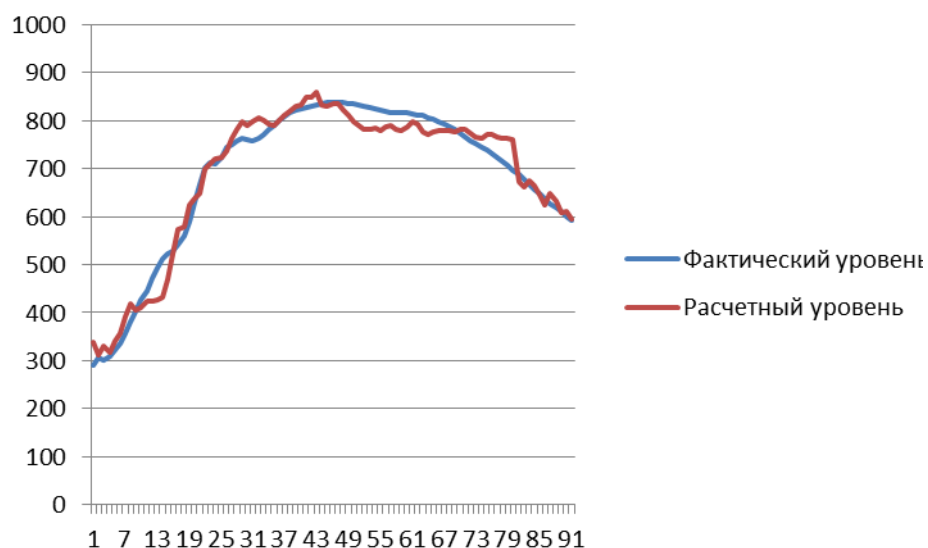
$$Y = 59,29747 + 0,234340 \cdot x_1 + 8,193466 \cdot x_2 + 2,520167 \cdot x_3 - 4,84630 \cdot x_4 \quad (\text{при } Y \leq 690,5912); \quad (3.3)$$

$$Y = 340,8806 + 0,124416 \cdot x_1 - 2,29576 \cdot x_2 + 0,32865 \cdot x_3 + 0,279155 \cdot x_4 \quad (\text{при } Y \geq 690,5912); \quad (3.4)$$

где  $Y$  – расчетный уровень воды по гидрологическому посту Молчаново;  
 $x_1$  – независимая переменная Сброс ГЭС;  $x_2$  – независимая переменная Осадки;  
 $x_3$  – независимая переменная Температура;  $x_4$  – независимая переменная Дата.

На рисунке 3.9 показан прогноз уровня воды на примере 2018 года, выполненный с помощью полученной модели.





**Рисунок 3.9 – Фактический (синий) и расчетный (красный) уровни воды по гидрологическому посту Колпашево в 2018г**

Таким образом, в данной работе показано, что для прогнозирования уровней воды на реке Обь в период весеннего половодья может быть применен метод регрессионного анализа с учетом влияния таких факторов как уровень сброса НГЭС, температура, осадки, дата с хорошей достоверностью.

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### *4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования*

Магистерская диссертация направлена на прогнозирование ЧС, которое обычно имеет цель установить возможный факт ее появления и возможные последствия. Для прогнозирования ЧС используют закономерности территориального распределения, и проявления во времени различных процессов и явлений, происходящих в живой и неживой природе.

Методика прогнозирования заключается в определении вероятности аварий и катастроф путем выявления источников опасности; определения части оборудования, которое может вызвать опасные состояния; исключения из анализа маловероятных случаев. Обычно источником опасности являются источники энергии, процесс производства и условия его осуществления. Окончательно опасность можно оценить только после оценки ЧС.

Для прогнозирования стихийных бедствий и эффективной ликвидации их последствий необходимы глубокие и обширные знания об их генезисе, причинах возникновения, характере и механизме их проявления. Своевременный и точный прогноз - главное условие успешной и эффективной защиты от природных чрезвычайных ситуаций, то есть является частью процесса управления риском. Но следует отметить, что не менее важно и планирование действий ликвидаторов чрезвычайных ситуаций, развитие планов реагирования при возможном проявлении тех или иных стихийных процессов. Только таким образом может быть достигнут эффект минимизации ущерба от стихийных бедствий.

Основные задачи данного раздела:

- Определение потенциальных потребителей результатов исследования;
- Проведение анализа конкурентных технических решений;
- Выполнение SWOT-анализа;
- Определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- Планирование научно-исследовательских работ.

Проведем сегментирование рынка услуг по определению использования и востребованности прогнозов для различных структур.

*Таблица 4.1 - Карта сегментирования рынка*

		Прогнозы чрезвычайных ситуаций		
		Ежедневный прогноз ЧС	Краткосрочный (еженедельный) прогноз ЧС	Среднесрочный (ежемесячный) прогноз
Размер компании	Крупные	+	+	+
	Средние	+	+	-
	Малые	+	-	-

«+» - использование и применения данного прогноза; «-» - нерациональность использования данного прогноза.

Как видно из приведенной карты сегментирования, ежедневный прогноз чрезвычайных ситуаций и характерных рисков является наиболее универсальным и востребованным, может использоваться компаниями всех размеров, а так же является наиболее простым в использовании.

#### *4.1.2 Анализ конкурентных технических решений*

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 4.2). Для анализа альтернативных методов оценки рисков была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных методов была выбрана шкала от 1 до 5, где: 1 – наиболее слабая

позиция; 2 – ниже среднего, слабая позиция; 3 – средняя позиция; 4 – выше среднего, сильная позиция; 5 – наиболее сильная позиция.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>м</sub>	Б <sub>с</sub>	Б <sub>к</sub>	К <sub>м</sub>	К <sub>с</sub>	К <sub>к</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности труда пользователя	0,2	4	2	3	0,2	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
Надежность	0,05	5	4	3	0,52	0,25	0,39
Безопасность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Потребность в ресурсах памяти	0,17	3	3	2	0,51	0,34	0,26
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,05	4	2	2	0,2	0,1	0,25
<b>Итого</b>	1	40	32	26	3,58	3,43	2,38

Где сокращения: Б<sub>м</sub>- малые предприятия; Б<sub>с</sub> – предприятия средних размеров; Б<sub>к</sub>- крупные предприятия.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

## 4.2. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Данный анализ представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT

Матрица SWOT		
	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	<p>С1. Принципиально новая методика</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Способность разрабатываемого метода быть применимым к мало изученным веществам и материалам.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p> <p>С5. Не требует уникального оборудования.</p>	<p>Сл1. Узкая направленность</p> <p>Сл2. Возможность появления новых методов.</p> <p>Сл3. Не все испытаны в работе.</p> <p>Сл4. Медленный процесс вывода на рынок новой методики.</p> <p>Сл5. Многостадийность методики.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов.</p> <p>В2. Большой потенциал</p>	<p>Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новый подход к созданию прогнозов дает возможность сотрудничать с рядом ведущих исследовательских</p>	<p>Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами в испытании алгоритма в работе</p>

<p>применения алгоритма для прогнозов различного характера.</p> <p>В3. Возможность выхода на внешний рынок.</p> <p>В4.Рост потребности в обеспечении безопасности технологического- производственного процесса.</p> <p>В5. В случае принятия рынком выход на большие объемы</p>	<p>институтов;</p> <p>Большой потенциал применения алгоритма, а также возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новым алгоритмом, способностью нового алгоритма к применению к мало изученным веществам и материалам, актуальностью разработки;</p> <p>Рост потребности в обеспечении безопасности технологического- производственного процесса возможен за счет принципиально нового алгоритма, не требующего использования специального оборудования;</p> <p>За счет новизны и принципиальных отличий возможен выход на большие объемы применения данного алгоритма.</p>	
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на алгоритм создания прогнозов.</p> <p>У2. Противодействие со стороны конкурентов: снижение цен, усовершенствование текущих методов.</p> <p>У3. Захват внутреннего рынка иностранными конкурентами.</p> <p>У4.Закрытие</p>	<p>Принципиально новый алгоритм и актуальность разработки не сказываются на спросе на методики создания прогнозов;</p> <p>Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя и потребность в уникальном оборудовании.</p>	<p>Медленный вывод алгоритма на рынок позволит переждать период спада спроса на методик расчета прогнозов различных видов.</p>

специализированных лабораторий на территории РФ.		
У5. Подробное изучение термодинамических характеристик используемых веществ и материалов.		

Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, его возможностей и угроз происходит на основе результатов анализа, проведенного в предыдущих и последующих разделах.

Вторым этапом проводится выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 4.4, 4.5, 4. 6, 4.7.

*Таблица 4.4 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта*

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	-	+	+	0
	B3	+	0	+	+	0
	B4	+	-	0	+	-
	B5	+	0	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C4, B2B3C1C3C4, B4C1C4, B5C1.

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	0	0	+	0	0
	B2	-	-	0	0	0
	B3	0	-	-	-	0
	B4	0	0	0	-	0
	B5	-	-	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл3.

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	+	-	0	+	0
	Y2	-	-	+	0	+
	Y3	-	0	0	0	0
	Y4	-	0	-	-	-
	Y5	0	-	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: Y1C1C4, Y2C3C5.

Таблица 4.7 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	0	0	0	+	0



	У2	0	0	0	0	-
	У3	-	0	0	0	0
	У4	-	0	-	-	-
	У5	0	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл4.

## 4.2 Планирование проекта

### 4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Таблица 4.8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, студент
	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент
Теоретические и экспериментальное исследования	7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	Студент
	8	Анализ конкурентных методик	Студент
	9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Студент

	10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	12	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

#### 4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{oji}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{oji}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

#### 4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4.5)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2018 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных – 105 дней, а количество предпраздничных дней – 14, таким образом:

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48,$$

$$k_{кал} = 1,48.$$

Все полученные значения заносим в таблицу 4.9.

После заполнения таблицы 4.9 строим календарный план-график (табл. 4.10). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам






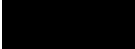
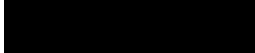
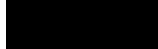
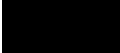





(10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 4.9 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожі}$ , чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	2	2	2	5	5	5	3,4	3,3	3,2	Руководитель			3	3	3	5	5	5
Выдача задания по тематике проекта	1	1,5	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Рук.–студент			2	2	2,4	3	3	3
Постановка задачи	1	1	1	2,4	2	2	1,8	1,8	1,8	Студент			2	2	2	3,3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	1	2	5	2	4	3,5	1,9	2,8	Рук. – студ.			2	1	1,5	3	1	2
Подбор литературы по тематике работы	7	6	7	10	8	10	8,4	6,8	8,2	Студент			8	7	8	12	10	12
Сбор материалов и анализ существующих методик	14	14	14	17	17	17	15,2	15,2	15,2	Студент			15	15	15	23	23	23
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	7	8	9	9	9	7,8	7,8	7,8	Студент			8	8	8	12	12	12
Анализ конкурентных методик	5	5	5	6	7	7	5,8	5,8	5,8	Студент			6	6	6	9	9	9
Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	3	2	3	5	4	3	3,4	2,4	3,4	Рук. – студ.			3,2	1	3	4	2	4
Согласование полученных данных с научным руководителем	2	1	2	5	3	4	3,2	1,8	2,8	Рук. – студ.			1	1	1,5	2	1	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	Студент			2,5	2,5	2,5	4	4	4
Работа над выводами по проекту	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент			2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Студент			5	5	5	7	7	7

к работе																
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 4.10 – Календарный план-график

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5									
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	3									
3	Постановка задачи	Студент	3									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	3		 							
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12									
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	23									
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	12									
8	Анализ конкурентных методик	Студент	9									
9	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	2								 	
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4									
11	Работа над выводами	Студент	3									
12	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7									



Студент

Руководитель



### 4.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 4.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расх} \quad (4.5)$$

где:  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3-5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Таблица 4.11 – Затраты на материалы

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб	Сумма, руб.
1.	Бумага	лист	150	1	150
2.	Распечатка материалов	лист	300	1,9	570
3.	Канцелярские принадлежности	набор	1	200	200
Всего за материалы, руб					920

Транспортно-заготовительные расходы (5%), руб	46
Итого, руб	966

#### 4.3.2 Затраты на оборудование и электроэнергию

Определение стоимости оборудования происходит по ценам из открытых источников. Стоимость электроэнергии рассчитывается по формуле 4.6.

$$C_{\text{эл}} = W_y \cdot T_g \cdot S_{\text{эл}}, \quad (4.6)$$

где  $W_y$  – установленная мощность, кВт (0,5 кВт);

$T_g$  – время работы оборудования, час;

$S_{\text{эл}}$  – тариф на электроэнергию (3,17 руб/кВт · ч).

Затраты на потребляемую электроэнергию составляют:

$$C_{\text{эл}} = 0,5 \cdot 438 \cdot 3,17 = 694,23 \text{ руб}, \quad (4.7)$$

Таким образом, статьи по расходам на оборудование и электроэнергию сведены в таблицу 4.12

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование и электроэнергию

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб	Сумма, руб.
1	Компьютер	шт	1	28 000	28 000
2	Интернет, 5 мб/с	пакет	5	240	1200
3	Flash-накопитель	шт	1	290	290
Всего за материалы, руб			29490		
$Z_m$ , руб.			31150		

#### 4.3.4 Основная заработная плата

В данном разделе рассчитывается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работы по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (4.8)$$

где:  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (специалиста, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}, \quad (4.9)$$

где:

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (4.10)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дн.  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дн.  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14

Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 —	24 —
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	224

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * k_{\text{р}}, \quad (4.11)$$

где  $З_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Учитывая, что магистрант получает 100 руб/час, исходя из оплачиваемой преддипломной практики, расчет заработной платы проводится для срока, в течение которого работали магистрант и руководитель соответственно. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ , руб.	$З_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	25800	1,3	33540	1341,6	29	38906
Магистрант	9400	1,3	12220	436	84	36660

#### 4.3.5 Дополнительная заработная плата

Размер дополнительной заработной платы рассчитывается:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} \quad (4.12)$$

тогда, суммарные выплаты руководителю и магистранту представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Заработная плата исполнителей проекта

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата, руб.	38906	36660
Дополнительная зарплата, руб.	5836	5499

Зарплата исполнителя, руб.	44742	42159
Итого по статье, руб.	86901	

#### 4.3.6 Отчисления на социальные нужды

Отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.13)$$

В 2020 году размер тарифов страховых взносов равен:

В ПФР = 22%;

В ФСС = 2,9%;

В ФФОМС = 5,1%.

Подобные процентные ставки используются потому, что исполнение проекта осуществляется без заключения договора подряда, таким образом, сниженная ставка для ТПУ не может использоваться.

Дополнительно следует учесть взносы на страхование от несчастных случаев, которое для учреждений высшего образования составляет 0,2%

Тогда, общая сумма отчислений во внебюджетные фонды равна:

$$C_{\text{внеб}} = 0,302 \times 86901 = 26244 \text{ руб.}$$

#### 4.3.7 Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.14)$$

В связи со спецификой разрабатываемой тематики, коэффициент накладных расходов можно принять равным 0,2.

Тогда  $C_{\text{накл}} = 0,2 \times 86901 = 17380 \text{ руб.}$

#### 4.3.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Руководитель	Магистрант
1. Материальные затраты НТИ	31150	31150
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	38906	36660
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5836	5499
4. Отчисления во внебюджетные фонды	13512	12732
5. Накладные расходы	8948	8432
6. Бюджет затрат НТИ	98352	94473

Минимальный бюджет НТИ представлен магистрантом и составляет 94473 рубля.

#### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.15)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{119828}{132863,3} = 0,9; I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{114714,5}{132863,3} = 0,86.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (4.16)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 29).

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Руководитель(и сп.1)	Магистрант (исп.2)
Визуализация результатов	0,2	5	3
Использование косвенных признаков для определения горения	0,3	5	3
Интерфейс	0,05	4	5
Модель математического моделирования	0,15	4	4
Ввод исходных данных	0,1	5	4
Визуализация результатов	0,2	5	4
Итого	1	4,8	3,55

$$I_{p-исп1} = 5 \times 0,2 + 5 \times 0,3 + 4 \times 0,05 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,1 + 5 \times 0,2 = 4,8$$

$$I_{p-исп2} = 3 \times 0,2 + 3 \times 0,3 + 5 \times 0,05 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,1 + 4 \times 0,2 = 3,55$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (4.17)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,8}{0,9} = 5,3; \quad I_{исп2} = \frac{3,55}{0,86} = 4,13.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.30) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (4.18)$$

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Руководитель	Магистрант
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	4,13
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,78

Выводы по данному разделу:

Произведено сегментирование рынка. Ежедневный прогноз может использоваться компаниями всех размеров, а так же является наиболее простым в использовании.



Проведен SWOT-анализ. Выявлена и описана корреляция между сильными и слабыми сторонами, возможностями и угрозами. Определены направления дальнейшего развития.

Оценка готовности проекта к коммерциализации показала перспективность ниже среднего. Это связано с коротким сроком работы с программным обеспечением и начальной стадии завершения исследования.

Организационная структура проекта состоит из двух человек руководителя и студента - магистранта.

Построен линейный график проекта, с учетом длительности, начала и окончания, состава участников. На основании этих данных составлен календарный план-график.

Произведена оценка бюджета проекта. Основными статьями расходов являются затраты на материалы, оборудование и электроэнергию, заработная плата, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Общая сумма затрат составляет 161675 рублей.

Таким образом, в рамках данного раздела были выполнены все поставленные задачи.

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 5.1 Введение в раздел

Выпускная квалификационная работа на тему «Мониторинг и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций на территории Томской области» выполняется в рамках магистерской диссертации для разработки комплекса рекомендаций, направленных на совершенствование системы мониторинга и прогнозирования.

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте оперативного дежурного, в Центре управления кризисными ситуациями.

Раздел выполнен на основе материалов по вопросам охраны труда и окружающей среды, а также обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях.

### 5.2 Производственная безопасность

Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оперативного дежурного представлены в таблице 5.2[45].

В кабинете 12 рабочих мест, оборудованных компьютерами (ПЭВМ или ПК), для них разработаны государственные Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4-548-96[46].

*Таблица 5.1 – Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оперативного дежурного*

Опасные и вредные факторы			
Источник фактора, наименование видов работ	Факторы по ГОСТ 12.0.003-74		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа на ПЭВМ:	1. недостаточная освещенность	1.электрический	1.Параметры микроклимата

Опасные и вредные факторы			
1. рабочее место;  2. кондиционеры, телевизоры, телефоны и печатающие устройства;  3. искусственное освещение;  4. выполнение должностных обязанностей.	рабочей зоны;  2.повышенный уровень шума на рабочем месте;  3. отклонение показателей микроклимата;  4. повышенная напряженность электрического поля;  5. напряженность трудового процесса;  6.рабочая поза сидя;  7.повышенная цветовая и световая контрастность.	ток;  2. вероятность возникновения пожара.	устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»  2.Параметры освещенности рабочей зоны устанавливаются  а.СанПин 2.2.1/2.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»  3. СанПин 52.13330.2016 «Свод правил Естественное и искусственное освещение» 4. Параметры шума устанавливаются СанПиН –2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» 5. Параметры напряженности электромагнитных полей устанавливаются в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным

Опасные и вредные факторы			
			<p>электронно-вычислительным машинам и организации работы»</p> <p>6. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78</p>

### 5.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Освещенность при работе с персональным компьютером должна быть 300-500 Лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Для исключения бликов отражений в экране светильников общего освещения рабочий стол с компьютером следует размещать между рядами светильников. При этом светильники должны быть расположены параллельно горизонтальной линии взгляда работающего. При рядном размещении рабочих столов не допускается расположение экранов дисплеев навстречу друг другу из-за их взаимного отражения, в противном случае между столами следует устанавливать перегородки[47].

Нормирование параметров освещенности необходимо осуществлять при помощи двух документов - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению

жилых и общественных зданий» [48], который определяет наименьшую освещенность рабочих поверхностей в зависимости от вида производимой деятельности и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», который нормирует параметры при работе за компьютером[49].

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

### 5.2.2 Отклонение показателей микроклимата

Показатели микроклимата: температура воздуха и его относительная влажность, скорость его движения, мощность теплового облучения[46].

Микроклимат в помещении может меняться на протяжении всего рабочего дня. Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах.

Таблица 5.2 – Оптимальные нормы микроклимата для категории работ Ia

Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Ia	19-22	60-40	0,2

Таблица 5.3 – Допустимые нормы микроклимата для категории работ Ia

Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Ia (до 139)	15-28	20-80	0,5

Рабочее место оперативного дежурного относится к помещениям с нормальным тепловыделением, обеспечивающим поддержание температуры

соответствующей допустимым нормам. Пыли в помещении нет, объем помещения равен 50 м<sup>3</sup>. Объем составляет 40 м<sup>3</sup> на одного человека, таким образом можно сделать вывод, что в помещении достаточно естественной вентиляции. Для поддержания в рабочем помещении в холодное время года температуры от 19 до 24°С используется система водяного отопления.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия такие как:

– системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска и уменьшение стажа работы.

### *5.2.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте*

Для проектируемой рабочей зоны – кабинет оперативного дежурного с оборудованным рабочим местом ПЭВМ существует два вида источника шума [50]:

Шум от работающих устройств (вентилятор ПЭВМ, печатающие устройства);

Внешний шум.

Требования к уровню шума на рабочем месте с ПЭВМ приведено ниже и не должно превышать 80 дБА[51].

Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

*Таблица 5.4 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ*

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	80

Мероприятия по шумоглушению: звукоизолирующие отделки, шумоглушители для вентиляций, отопления, кондиционирования воздуха, а также применение шумозащитных экранов, которые создают препятствие на пути волн звука, не давая им распространяться.

Для пользователя ПЭВМ существует ряд мероприятий по снижению уровня шума в помещении – необходим контроль за вращающимися частями охлаждающей системы ПЭВМ (вентилятор), его очистка и ремонт, и удаление с рабочего места шумящего оборудования (принтер, печатающее устройство, сервер).

При возникновении недопустимого уровня шума необходимо выполнить меры либо по ограничению распространения шума, либо по ограничению воздействия его на людей.

#### *5.2.4 Повышенная напряженность электрического поля*

Источники электромагнитного излучения, с которыми мы взаимодействуем длительное время, являются самыми опасными. Проблема электромагнитного излучения ПЭВМ, то есть воздействие компьютера на организм человека, встает достаточно остро ввиду нескольких причин[52]:

Компьютер имеет сразу два источника электромагнитного излучения (монитор и системный блок);

Пользователь ПЭВМ чаще всего лишен возможности работать на безопасном расстоянии;

Длительное время влияния компьютера (для современных пользователей может составлять более 12 часов, при официальных нормах, запрещающих работать на компьютере более 3 часов в день);

ПДУ в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [53]

Напряженность	Время контакта
10 мкРВт/см <sup>2</sup>	8 часов
10-100 мкРВт/см <sup>2</sup>	не более 2-х часов
100-1000 мкРВт/см <sup>2</sup>	не более 20 минут

Электромагнитное поле, создаваемое персональным компьютером, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц, и в том числе мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана при любых положениях ПК не должна превышать 100 мкР/ч [52].

При работе с ПЭВМ через каждый час следует делать перерыв на 10-15 минут.

В зависимости от условий облучения, характера и места нахождения источников ЭМИ могут быть применены различные средства и методы защиты, такие как: защита временем; защита расстоянием; экранирование источника излучения; уменьшение излучения непосредственно в самом источнике излучения; экранирование рабочих мест; средства индивидуальной защиты (антистатическая обувь, антистатический халат, заземляющие браслеты); выделение зон излучения; лечебно-профилактический отпуск, и соблюдение мер безопасности при работе с ПЭВМ.

#### *5.2.5 Загрязнение воздушной среды*

Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ и недостаток аэроионов обуславливается как факторами, возникающими в процессе работы за компьютером и оргтехникой, так и факторами, не относящимися непосредственно к данной производственной деятельности. В процессе работы основной причиной недостатка аэроионов является компьютер – генерируемое электростатическое поле деионизирует воздух.



Естественным решением является либо установка ионизаторов, либо проветривание. Вредные вещества, а также пыль появляются ввиду многих причин – нагрева пластиковых элементов компьютера, работы оргтехники.

Нормативы содержания веществ указаны в ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны[54], допустимое содержание ионов в воздухе – СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»[55,64].

При работе с оргтехникой в воздух рабочей зоны происходит выделение озона. При определенном скоплении, озон способен вызывать раздражение дыхательных органов. В данный момент производители оргтехники выпускают аппараты, которые выделяют минимальное количество озона. Однако, в помещении, где работает несколько аппаратов, нужна хорошая вентиляция.

По параметрам острой токсичности озон относится к 1 классу опасности. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны - 0,1 мг/м [56].

#### *5.2.6 Электроопасность*

Согласно классификации помещений по опасности поражения людей электрическим током, кабинет является «помещением без повышенной опасности поражения людей электрическим током», так как характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц[57]. Для переменного тока 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц – соответственно 2 В и 0,4 мА; для

постоянного тока – 8 В и 1,0 мА (эти данные приведены для продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки).

Мерами и способами обеспечения электробезопасности служат:

1. применение безопасного напряжения; 2. контроль изоляции электрических проводов; 3. исключение случайного прикосновения к токоведущим частям; 4. устройство защитного заземления и зануления; 5. использование средств индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, защитная диэлектрическая обувь (боты, галоши), которые позволяют избежать прохождения через тело токов, замыкающихся на землю); 6. соблюдение организационных мер обеспечения электробезопасности. Один из методов обеспечения электробезопасности может быть применение безопасного напряжения – 12 и 36 В. Для его получения используют понижающие трансформаторы, которые включают в стандартную сеть с напряжением 220 или 380 В.

В помещениях, где возможен контакт человека с токоведущими частями электроустановок, используют ограждения в виде переносных щитов, стенок, экранов.

#### *5.2.7 Расчет искусственного освещения*

С точки зрения экологичности, безопасности и эргономичности, следует использовать люминесцентные лампы для организации общего освещения, а для местного – светодиодные или люминесцентные.

Произведем расчет освещения для кабинета оперативно-дежурной смены Центра управления в кризисных ситуациях МЧС России по ТО. Размеры помещения: А (длина) – 9 м, В (ширина) – 7 м, h (высота) – 3000 мм. Высота рабочей поверхности стола  $h_p$  при работе сидя принимается равной 0,8 м, при работе стоя – 1 м. Расстояние от потолка до светильника для помещений высотой 4–8 м с целью исключения блескости принимают равной 0,3 – 0,8 м.

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_z = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД-2-80. Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1000 мм, ширина – 250 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой равная 1,4.

Расчет светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = EN \times S \times K_z \times Z / N \times \eta \quad (5.1)$$

$\Phi$  – световой поток, Лм

$EN$  – нормированная минимальная освещенность, Лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>

$K_z$  - коэффициент запаса;

$Z$  – коэффициент неравномерности (для люминесцентных ламп = 1,1);

$N$  – число ламп в помещении

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3 - 0,8 - 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 1,9 = 2,66 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = B/L = 7/2,66 \approx 3 \text{ шт.}$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = A/L = 9/2,66 \approx 4 \text{ шт.}$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ шт.}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$7 = 3 \cdot l_1 + L_1 + 2/3 L_1$$

$$L_1 = 2,4$$

$$l_1 = L_1/3 = 2,4/3 = 0,8$$

$$9 = 4 \cdot 0,25 + L_2 + 2/3 L_2$$

$$L_2 = 4,8$$

$$l_2 = L_2/3 = 4,8/3 = 1,6$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = (A \cdot B) / (h \cdot (A + B)) = (9 \cdot 7) / (1,9 \cdot (9 + 7)) = 1,48.$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{П}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,48$  равен  $\eta = 0,5$ . Количество ламп в 12 светильниках – 24.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

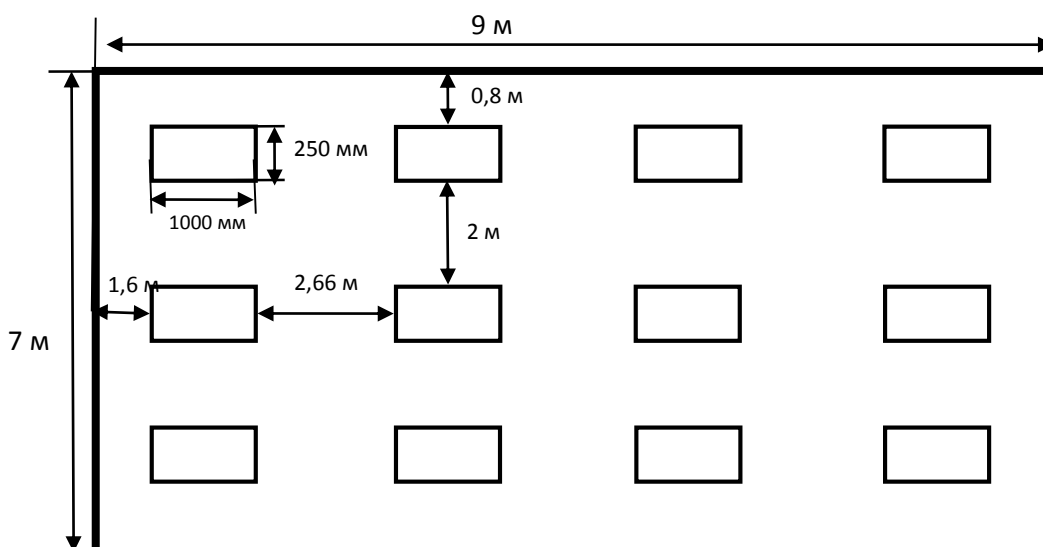
$$\Phi_n = (E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z) / (N \cdot \eta) = (300 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / (24 \cdot 0,5) = 2598,75 \text{ лм.}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$((\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_n) / \Phi_{\text{ЛД}}) \cdot 100\% = ((2300 - 2598,75) / 2300) = 12,98\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq 12,98\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона. Расположение светильников отражено на рисунке 5.1.



**Рисунок 5.1. Расположение светильников в помещении оперативно-дежурной смены**

### *5.2.8 Пожарная безопасность*

Пожар – это неконтролируемое горение вне специально отведенного очага, приносящее материальный ущерб. В соответствии с положениями ГОСТ 12.1.033-81[58], термин пожарная безопасность обозначает такое состояние объекта, при котором с определенной вероятностью исключается вероятность возникновения и развития неконтролируемого пламени и воздействия на людей опасных критериев пожара, и обеспечение сохранности материальных ценностей [58].

Пожарная безопасность объектов народного хозяйства, в том числе электрических установок, регламентируется ГОСТ 12.1.004-91 «Общие требования», а также строительными нормами и правилами, межотраслевыми Типовыми правилами пожарной безопасности на отдельных объектах.

Здание, в котором находится лаборатория, воздвигнуто из устойчивого к воздействию пожара материала, а именно кирпича, и относится к зданиям второй степени огнестойкости [59].

В соответствии с ФЗ РФ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. по оценке пожарной

опасности производства, учебная лаборатория относится к категории Ф4.2 (здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования повышения квалификации специалистов)[60,61].

В качестве возможных причин пожаров в исследуемом помещении можно указать следующие:

- различные короткие замыкания;
- опасна перегрузка сетей, влекущая за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта.

Для предупреждения пожаров от короткого замыкания, перегрузок, необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение требуемого режима эксплуатации электросетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации [59].

Мероприятия, необходимые для предупреждения пожаров:

- проведение противопожарного инструктажа;
- соблюдение норм, правил при установке оборудования, освещения, направленных на предупреждение возникновения пожара;
- эксплуатация оборудования в соответствии с техническим паспортом; рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования;

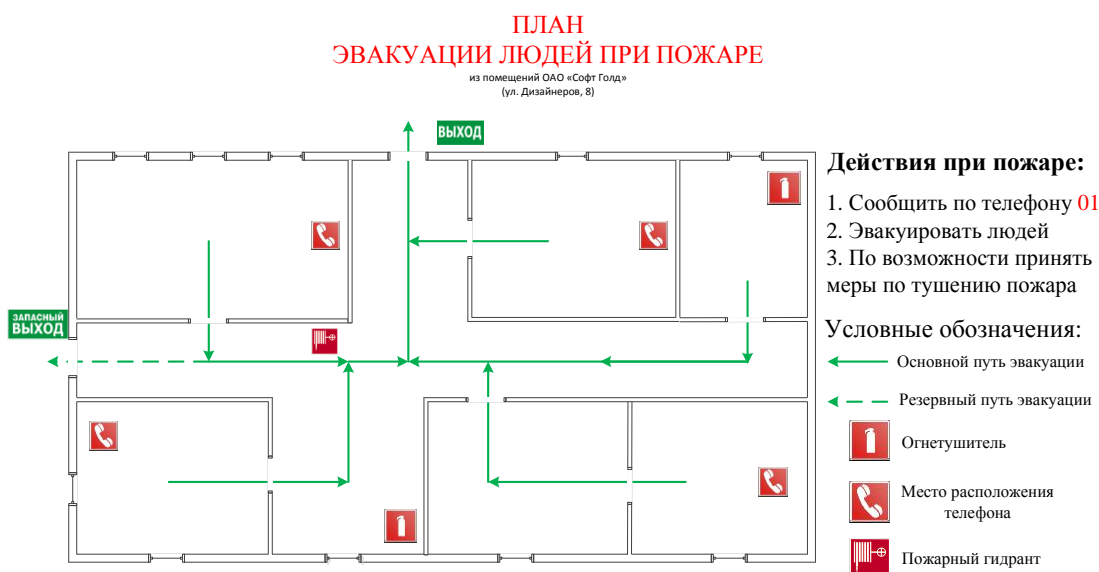
Для тушения пожаров используются воздушно-механическая пена, углекислый газ, а также галогидрированные углеводороды.

На случай возникновения пожара должны быть в наличии первичные средства тушения пожара. Так как основная опасность – неисправность электропроводки, то при пожаре необходимо немедленно обесточить электросеть в помещении. Главный рубильник должен находиться в легкодоступном месте. До момента выключения рубильника, очаг пожара

можно тушить сухим песком или углекислотными огнетушителями. Одновременно с этим необходимо сбить пламя, охватившее горючие предметы, расположенные вблизи проводников.

Водой и химическими пенными огнетушителями горящую электропроводку следует тушить только тогда, когда она будет обесточена.

При возникновении пожара обязанности по его устранению должны быть четко распределены между работниками лаборатории (ГОСТ 12.004-91.ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования») [62].



**Рисунок 5.3 – План эвакуации из кабинета оперативно-дежурной смены**

### **5.3 Экологическая безопасность**

При использовании персональных компьютеров, требуют решения такие важные вопросы, как переработка отходов (платы, микросхемы с содержанием цветных металлов). При переработке устаревших компьютеров происходит их разборка на шесть составляющих компонентов: металлы, пластмассы, штекеры, провода, батареи, стекло. Для повторной эксплуатации нельзя использовать ни одну из отработанных деталей, так как нет гарантии ее надежности, но в форме вторичного сырья они используются при изготовлении новых компьютеров или каких-либо других устройств. Так же компоненты ПК содержат драгоценные металлы, которые извлекаются при

вторичной переработке. Переработку компонентов с целью утилизации драг металлов регламентирует «Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники»[63].

Люминесцентные лампы содержат ртуть и поэтому должны утилизироваться на специальных полигонах токсичных отходов.

При эксплуатации ЭВМ расходуются такие ресурсы, как электроэнергия (обеспечение питания компьютера), бумага, используемая для принтера при выводе информации, картриджи. Для того, чтобы добиться наиболее рациональных затрат электроэнергии не следует оставлять включенным персональный компьютер и оргтехнику, когда они не эксплуатируются в настоящее время, печать осуществлять с двух сторон, при этом затраты на бумагу вряд ли удастся сократить хотя бы вдвое, но экономия будет ощутимой. Проблему с утилизацией бумаги может решить вторичная переработка отходов.

#### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Для кабинета оперативно-дежурной смены, наиболее вероятными и опасными являются следующие чрезвычайные ситуации:

- природные чрезвычайные ситуации (сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте));
- техногенные чрезвычайные ситуации (несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место).

Сильные морозы могут привести к авариям электроснабжения, теплоснабжения, размораживание труб и другие. Для предотвращения аварий необходимо осуществлять постоянные проверки, подготовить к использованию резервные источники питания на объектах энергоснабжения, проводить обследование аварийно-опасных участков электросетей и теплосетей, а также проводить инструктаж среди работников, о рисках



возникновения чрезвычайных ситуаций данного характера и действиях при их возникновении.

Из техногенных чрезвычайных ситуаций для рабочего места можно выделить проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа).

Для защиты необходимо организовать систему безопасности, которая включает в себя:

- охрану объекта и доступ к нему (оборудование турникетов и шлагбаумов, установку охранной сигнализации и ее техническое обслуживание, приобретение системы видео наблюдения);
- круглосуточный контроль за ввозом (вносом) и вывозом (выносом) материальных и других ценностей;
- обеспечение общественного порядка на территории;
- проведение комплекса предупредительно-профилактических мероприятий по повышению бдительности, направленной на обеспечение безопасности работников;
- установка наружного освещения.

#### **Вывод:**

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте в оперативно-дежурной смене Центра управления в кризисных ситуациях, можно сделать вывод о том, что в данном помещении соблюдаются все требования нормативно-правовых документов, что является подтверждением безопасности данного места работы. Явных нарушений производственной и экологической безопасности при рассмотрении вредных и опасных факторов производства на рабочем месте не выявлено, угрозы для жизни и здоровья людей не наблюдается.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт ликвидации крупных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, показывает, что детальный прогноз позволяет предотвратить чрезвычайные ситуации различного характера или хотя бы уменьшить в дальнейшем ущерб от аварий. В работе были подробно рассмотрены прогнозы разных видов. Проанализировав их, можно сделать вывод, что ежедневные прогнозы являются более точными и актуальными, чем остальные, т.к. детально позволяют спрогнозировать риски на предстоящие сутки.

В ходе работы установлено, что для Томской области наибольшую опасность несут воды в период весеннего половодья. Одной из ключевых проблем в таких ситуациях является прогнозирование уровней воды в период весеннего половодья. На территории Томской области достаточно хорошо развиты методы долгосрочного прогнозирования уровней воды, однако краткосрочное прогнозирование затрудняется из-за несовершенства методик и недостаточной изученностью характера развития таких явлений. На сегодняшний день прогнозирование уровней воды является актуальной и, вместе с тем, достаточно сложной задачей. Невозможность управления потоками водных ресурсов речных бассейнов, в большинстве случаев влечет за собой гибель людей и животных, значительный материальный и финансовый ущерб.

Поэтому в работе представлена математическая модель для прогнозирования уровней воды в период весеннего половодья, выполненная с помощью регрессионного анализа. Данная модель разработана для гидрологических постов Молчаново и Колпашево, она учитывает влияние на подъем уровня воды таких факторов как: сбросы Новосибирской ГЭС, температура, осадки, дата. По результатам моделирования получены уравнения с хорошей прогностической достоверностью, которые могут

использоваться для прогнозирования уровней воды в период прохождения весеннего половодья.

Материалы данной работы могут быть использованы специалистами отдела мониторинга и прогнозирования Главного управления МЧС России по Томской области.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон РФ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (Принят Государственной Думой 11 ноября 1994 г.).
2. Опасные природные процессы. Вводный курс: Учебник / Мазур И.И., Иванов О.П.; Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Академия гражданской защиты МЧС России, кафедра устойчивости экономики и жизнеобеспечения. – М.; ЗАО «Издательство «Экономика», 2004, 702 с.
3. Опасные природные процессы: учебное пособие / Н.В. Крепша; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 290 с.
4. Приказ МЧС России от 27 марта 1997 г. № 174 «О создании Всероссийского центра мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера».
5. ГОСТ Р 22.1.01 95. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения.
6. ГОСТ Р 22.1.02 – 95. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения.
7. Постановление Правительства РФ от 24.03.97 г. № 334 «Об обмене оперативной информацией по фактам чрезвычайных ситуаций» (введено в действие Приказом МЧС России от 10.04.97 г. № 203).
8. Приказ МЧС России от 12 ноября 2001 г. № 483 «О введение Положения о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

9. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 1992 г. № 261 «О создании Российской системы по предупреждению и действиям в условиях чрезвычайных ситуаций».

10. Приказ МЧС России №78 от 14.02.2001 г. «Об утверждении примерных положений о внештатных региональных и территориальных центрах мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС».

11. Приказ МЧС России №632 от 28.11.2016 г. «Об утверждении показателей для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне»

12. Распоряжение Президента Российской Федерации от 20 марта 2000 г. №86-рп «О создании системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера».

13. Приказ МЧС России № 177 от 11.04.2001 г. «О введении временного порядка обмена информацией между Региональными центрами МЧС России, ГУГОЧС субъектов Федерации и Центром «Антистихия».

14. Приказ МЧС России №189 от 05.04.2000 г. «Порядок информационного взаимодействия между Региональными центрами МЧС России, ГУГОЧС субъектов Федерации и Центром «Антистихия».

15. Приказ МЧС России №319 от 03.08.2000 г. «О совершенствовании деятельности в области создания системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера».

16. ГОСТ Р 22.1.04 99. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.

17. Макеев А.К. Противопожарная защита АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1989.

18. ГОСТ Р 22.1.07 99. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования.

19. ГОСТ Р 22.1.08 99. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования..

20. ГОСТ Р 22.1.06 – 99. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования.
21. Постановление Правительства РФ от 24.11.93 г. № 1229 «О создании единой государственной системы экологического мониторинга».
22. Федеральный закон от 19.12.91 г. «Об охране окружающей природной среды».
23. Постановление Правительства РФ от 6.10.94 г. № 1146 «Положение о социально-гигиеническом мониторинге».
24. План мероприятий по использованию средств наблюдения и контроля космического базирования для предупреждения и оперативного контроля ЧС (утвержден приказом МЧС России от 10.11.96 г. № 722).
25. Понько В.А. Перспективные модели элементов климата // Труды Всесоюзной конференции по применению статистических методов в метеорологии. Обнинск: 1977.
26. Гурман В.И., Дружинин И.П., Понько В.А. Модели природных систем. Новосибирск: Наука, 1978. 220 с.
27. Понько В.А. О природе циклов погоды и климата // НТБ СО ВАСХНИЛ. Новосибирск: 1983, №45.
28. Понько В.А. О природе многоритмичности в колебаниях климата // Труды 3-го Всероссийского совещания по ритмике природных явлений. Л.: Географическое общество СССР, 1987.
29. Понько В.А. Экопрогноз новая информационная технология // Услуги для предприятий и деловых людей. Новосибирск: 1998.
30. Понько В.А. Компьютерная система «Экосоциопрогноз» в концепции устойчивого развития // Труды Всероссийского симпозиума «Устойчивое развитие регионов и космический мониторинг». Новосибирск: 1998.
31. Власов А.Д. Измерение астрогеофизического пространства // Вопросы моделирования геокосмических связей. Труды научного центра «Экопрогноз». Новосибирск: СО РАСХН. 1999.

32. Кликс Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 544 с.
33. Шаталов А.С. Отображение процессов управления в пространствах состояний. М.: Энергоатомиздат, 1986. 256 с.
34. Методика прогнозирования масштабов заражения АХОВ при авариях (разрушениях) на ХОО и транспорте. РД 52.04.253-90. Л.: Гидрометеониздат, 1991.
35. Положение о дозиметрическом и химическом контроле в ГО. М.: Изд-во МО СССР, 1988.
36. Указ Президента России от 13 мая 2000 г. №849 «О полномочном представителе Президента в федеральном округе».
37. Савчук О.Н. Методика выявления последствий аварий на АЭС и химически опасных объектах: Учебное пособие. СПб.: СПбУ МВД РФ, 1999.
38. Калашников В.В. Качественный анализ поведения сложных систем методом пробных функций. М.: Наука, 1978. 248 с.
39. Казаков И.Е. Статистическая теория систем управления в пространстве состояний. М.: Наука, 1975. 432 с.
40. Понько В.А. Предпосылки построения детерминированных моделей гидрометеорологических рядов // Труды Всесоюзного семинара «Долгосрочное гидрометеорологическое прогнозирование». Новосибирск: СО ВАСХНИЛ. 1985.
41. Томский ЦГМС филиал ФГБУ «Западно-сибирское УГМС» – [Электронный ресурс] <http://www.meteo-tsk.ru/site>
42. Д.И. Буянов, Р.С. Федотов, П.Н. Ткаченко Прогнозирование подъема уровня воды на реке Обь в Томской области на основе регрессионного анализа // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты: 2015.
43. Нелинейное оценивание – [Электронный ресурс] <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stnonlin.html>

44. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
45. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
46. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
47. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
48. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
49. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ Шум. Общие требования безопасности»
50. 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях".
51. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
52. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
53. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
54. СанПиН 2.2.4.1294-03 Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений
55. ГОСТ 12.1.033-81 «Система стандартов безопасности труда»
56. СП 313130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»
57. Федеральный закон №123 от 4 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
58. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов



59. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывоопасной и пожарной опасности. – Введ. 2003-08.01.
60. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования
61. Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники / Государственный Комитет РФ по телекоммуникациям / 1999 г.
62. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».
63. Приказ МЧС России от 31.12.2002 №630 «Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России»
64. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Раздел 1

### LITERATURE REVIEW

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Дьячкова Светлана Владиславовна		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Панамарёва Анна Николаевна	к.филол.н.		

# **1. LITERATURE REVIEW**

## **1.1 Natural emergencies**

From the very beginning of man's existence on earth, there has been an intrinsic link between him and nature, even as industrialization progresses.

Humanity faces many natural hazards every day: fires, floods, droughts, storms, snow drifts, etc. Such phenomena are not always predictable and, when they occur, they are extraordinary. Natural phenomena can cause enormous harm so they can destroy cultural values, disrupting production processes, destroying entire buildings, causing the death of all life on earth and, as we know, absorbing entire civilizations. The disasters are followed by other adverse effects in the form of hunger, infection, increased homelessness and increased unemployment.

The prevention and management of the consequences of emergencies is one of the current challenges. This increases the need for the State to train specialists with higher education who are able to prevent extreme situations in a timely and appropriate manner and, where necessary, assist the population. However, it is also important for a person without special education to know the causes and nature of natural disasters in order to act in a given situation and to prepare for them psychologically.

A natural situation can last for seconds and minutes to days, months and even years. Humanity, with all its scientific and technological power, is not always in a position to resist elements.

It should be noted that not every natural hazard is capable of creating emergency situations, especially if there is no threat to human life at the scene.

A situation of emergency arises only at a time when the emergence of a dangerous natural phenomenon poses a real threat to human life and the environment.

An emergency is a situation occurring in a given territory as a result of an accident, natural or other disaster which may cause or has caused loss of human

life, damage to human health or damage to the natural environment, Considerable material losses and disruption of the living conditions of the population.

Natural emergencies are unfavorable situations in a certain area resulting from a dangerous natural phenomenon which may result in loss of life; Damage to health, material loss and violation of the living conditions of the population.

In analysing natural emergencies, it is necessary to assess the concept of natural disasters.

The concept of natural disasters is understood to mean a combination of both dangerous and unfavourable natural phenomena capable, in the shortest possible time, of causing devastating destruction in vast areas, destroying homes, communications and causing famine, Diseases and other conditions unfavourable to the population.

It is worth noting that the trend in recent years has been towards an increase in emergencies. When floods, landslides, earthquakes occur and their destructive power increases, such a process is the most accurate and accurate in identifying the adverse and negative factors of natural phenomena.

In practice, it is customary to distinguish between unfavourable and dangerous natural phenomena. One of the most common systems in the literature is to distinguish according to the scale and intensity of the natural phenomena taking place, so that they are divided into natural disasters, unfavourable natural phenomena and natural catastrophe.

Unfavourable natural phenomena are natural events that can or have negative consequences for the livelihood of people and the economy, both as a single State and as a whole planet, this is due to the duration, intensity and tension, as well as the scale and scope of such phenomena.

Natural disasters are natural processes and events that can have a negative impact on the environment and disrupt the livelihood of people, destroying material assets and often causing loss of life.

Natural emergencies are very diverse and need to be distinguished from each other in order to deal effectively with emergencies and, depending on the

mechanism and nature of origin, natural hazards fall into the following groups (classes):

1. Geophysical hazards: earthquakes; volcanic eruptions; tsunamis.
2. Geological hazards (exogenous geological phenomena): landslides; sediments; landslides; oils; avalanches; karst failures; abrasions, erosion; turbidities; dust storms.
3. Meteorological and agrometeorological hazards: storms (9-11 points); hurricanes (12-15 points); tornadoes (tornadoes); storm surges; vertical eddies (streams); large hail; heavy rain (rainfall); heavy snow; heavy ice; severe frost; heavy blizzard; severe heat; heavy fog; drought; dry; frost.
4. Marine hydrological hazards: tropical cyclones (typhoons); strong waves (5 or more); strong sea level fluctuations; heavy thrust in ports; early ice cover or spoils; ice pressure, intense ice drift; impenetrable (difficult to navigate) ice; icing of ships; breaking of coastal ice.
5. Hydrological hazards: high water level: flooding; rainfall; congestion; jamming; water level; low water level; early ice and ice on navigable water bodies and rivers; rising water table (flooding).
6. Natural fires: extreme fire hazard; wildfires; wildfires; wildfires of the steppes and breads; peat fires; underground fires of fossil fuels.

The annual probability of death from natural hazards of the planet Earth is estimated at 10 to the minus fifth degree, i.e. one death for every 100,000 inhabitants of the planet.

To sum up, human beings are unable to influence the course of natural disasters, they appear suddenly, it is difficult to predict their development, because they are inherently unpredictable because they do not depend on human factors, and the power of the natural phenomena that caused them (forest fires, hurricanes, flood).

In order to prevent the effects of natural disasters, it is necessary to carry out the preventive measures provided for in each region when such situations occur, as well as to ensure that citizens are able to act properly, to be guided and to

apply the recommendations of the specialists, taking into account the specific situation.

## **1.2 Monitoring and forecasting of emergencies**

In the context of the development of the modern world and new risks, comprehensive work to prevent and prevent the occurrence of an emergency situation is an important element of the State's policy.

Today the topic of timely prevention of emergency situations is currently being discussed not only in the territory of the Russian Federation but also abroad. Our country has a long history of monitoring vast areas for threats and risks, as well as taking timely preventive measures to reduce them and deal with the consequences of serious disasters.

Modern legislation stipulates that the main task of the executive authorities at all levels is not only to deal with emergency situations, but also to prevent them. World experience and experience in dealing with emergency situations in Russia clearly show that natural and man-made disasters are more effective at preventing than eliminating their consequences.

The Russian Federation is actively developing a system for monitoring and forecasting emergency situations, and the programme involves more than 7,000 organizations and institutions throughout the country. In 1999, the All-Russian Centre for Monitoring and Forecasting Emergency Situations of Natural and Technogenic Nature of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation «Antielements» was established. The organization is unique by its nature, and there are no similar organizations even in countries such as Japan and the United States. During its existence, the Centre has proved its effectiveness.

The name of the Centre precisely corresponds to the main task of this scientific organization. Recommendations are being developed for local government leaders to respond to disasters in a timely and effective manner. This directly helps to take the necessary measures, prevent possible loss of life and reduce the scale of disasters. Today, the branches of the Centre «Antielements»

work in practically all subjects of the Russian Federation, its specialists make long-term, medium-term as well as operational forecasts of development of emergency situations of natural and technogenic character. Leaders of any level of authority can always use the data of the Center «Antielements», since November 15, 2019 this Center joined the All-Russian Research Institute on Civil Defense and Emergency Situations of the Russian Ministry of Emergency Affairs.

The main activities carried out by the State in the framework of the prevention of emergency situations are defined in the following areas: monitoring of emergency situations; establishment of a unified information system on the sources of emergency situations; forecasting emergency situations; providing State and local government bodies with information on the possibility and threat of emergency situations occurring in a given area; the causes of emergency situations; monitoring of the sources of emergencies, including the collection and analysis of information on sources.

Emergency monitoring is the process of monitoring the state of the environment (atmosphere, hydrosphere, biosphere, as well as man-made systems) with a view to its control, forecasting and performing the function of environmental protection.

The fundamental task of the competent authorities in charge of monitoring hazards and processes in the technosphere and nature is to improve the reliability and accuracy of the forecast of emergencies. The forecast is prepared on the basis of a combination of the technological, information and intellectual capacities of the various State and local government bodies involved in monitoring certain types of hazards.

On the basis of the results of the monitoring, the data obtained will be used by specialists in establishing the basis for forecasting. Forecasting is a creative and research process aimed at obtaining certain data on the expected state of objects and processes, as well as at assessing possible development paths and the consequences of various phenomena.

The forecasting of emergencies is a proxy for the probability of an emergency occurring and developing on the basis of an analysis of its causes, its source, past and present.

Disaster prediction includes a number of elements. One of them is information about the object of prediction, revealing its past and present behavior, and the regularity of that behavior.

Information about an object makes it possible to determine the state of the object in the future using different methodologies, ways and methods, and the system is based on heuristic and mathematical methods.

The heuristic approach is based on expert opinions and decisions. The purpose of the heuristic approach is to predict processes that are virtually impossible to construct as mathematical formulas and (or) equations. Fundamental to the use of expert opinions and decisions is the acquisition and continued use of real information about a projected process, facility or phenomenon.

The objective of the mathematical approach is to formalize, i.e. to describe emergencies by means of formulas or systems of equations.

The use of the mathematical approach is based on the use of available data (observations) on the characteristics of the predicted phenomenon, process, object and their further processing by mathematical methods, To obtain and relate these characteristics to quantitative estimates in time and space.

Forecasting, as a key means of preventing emergencies, presupposes the establishment of a main base for the prevention of man-made and natural emergencies.

There are two distinct forecasting processes, the first of which is the normal forecasting of the probability of the occurrence of an emergency, i.e. the investigation and assumption of the occurrence of an emergency (the direction of occurrence of emergencies, the place of origin and the territory of distribution, including the presence of human settlements at the place of occurrence of the emergency, the time period of occurrence and the action of emergency situations,



and other characteristics are also examined on the basis of the specific circumstances of the incident).

The second forecasting process focuses on an already existing (emerging) emergency, assessing and analysing the effectiveness of emergency response and its consequences.

The most significant forecast is that of the probability of an emergency and the data are used to effectively prevent emergencies and their consequences (it is particularly important to carry out forecasting activities in the man-made sphere as well as in the study of certain natural disasters) including minimizing the probability of loss of life and damage, informing the public, preparing for the emergency situation and identifying appropriate preventive measures.

In terms of the timing of disaster forecasts, it is customary to classify them into long-term forecasting and operational (short-term) forecasting of natural hazards. In order to ensure the security of the population and territory of a State, it is first necessary to prepare the most accurate long-term forecast (up to several years). Long-term planning is initially aimed at laying the foundations of a public policy for the protection of the country's population and the adoption of preventive measures (decisions) aimed at preventing and dealing with the consequences of emergencies.

The projections require an analysis of all the estimated sources of emergencies specific to each region.

Operational (short-term) forecasts are developed and prepared by specialists in order to obtain background information on a possible situation for taking concrete measures and decisions to protect the population and territory from the impact of emergencies.

Integrated technologies, including monitoring technologies, geographic information technologies, and mathematical modelling and forecasting technologies are the main elements of operational forecasting.

The purpose of using mathematical disaster modelling and forecasting is to simulate the impact of emergencies on the strength and stability of the facilities

under consideration and to simulate the response system exposure. The use of this model enables managers and specialists of territorial entities to make rapid and accurate decisions on the design and execution of emergency response activities. Mathematical modelling technologies include disaster management modelling; operations research (obtaining recommendations for decision, including analysis of emergencies over a period of time, monitoring and forecasting of emergencies); numerical simulation method of operating models and engineering calculations.

Emergency monitoring technologies have been developed and are aimed at improving the quality and expediency of emergency prevention decisions, and information (data) is processed and analysed to further reduce risk, Decision-making on disaster management. These technologies should include: data collection, processing and analysis; assessment of the characteristics of natural and man-made hazards; observation and assessment of particularly significant and potentially hazardous objects; and expert analytical technologies for monitoring the state of the environment.

The purpose of GIS is to collect, store, process and interpret the primary information received, including spatial information (information on the territory of areas affected by possible emergencies, its size, presence of objects, hazardous processes and phenomena) and descriptive information. The most important elements of GIS are: creation and maintenance of a single database, both on the territory of a single territory and on the territory of the entire State; interpretation of primary information; Processing the received information for further use in forecasts, modelling, forecasts and calculations.

All the above-mentioned technologies were realized and became part of the specialized system, working in automated mode, developed and operated by the specialists of the Centre «Antielements». At present, these systems have been introduced and are being implemented at the federal and regional level by the regional centres of the Russian Ministry of Emergency Situations.

The use of the systems allows the specialists of the Ministry of Emergency Situations to calculate the whole range of possible probabilities of occurrence of

the CS, both man-made and natural, with the detailed territory of occurrence of adverse phenomena.

The Russian Ministry of Emergency Situations in 2003. «Methodological recommendations on the organization of the response to forecasts of emergency situations» have been created and are being applied. Accuracy and justification of forecasts, according to the presented statistics of specialists of «Antielements» Center, reaches ninety percent.

Long-term forecasting technologies use risk analysis and management methodologies, with long-term forecasts as the baseline for the development of emergency response scenarios; government and departmental targeted programmes aimed at reducing damage, preventing and eliminating the consequences of foreseeable emergencies in a timely manner; development and implementation of documentation, including the security passports of entities, municipal entities and potentially dangerous and socially significant sites to determine the focus of the Government's response to emergencies; Developing disaster management plans.

To date, one of the key areas in disaster forecasting has been the continuous improvement of information and analytical technologies. The use of these technologies involves the monitoring by specialists of the parameters and conditions of the natural environment; the creation of mathematical models capable of timely forecasting and monitoring of the occurrence and development of unfavourable and dangerous natural phenomena, and processes that can lead to emergencies.

One of the most developed technologies is forest fire forecasting aimed at mapping and analysing forest fires. The technology is based on a complex set of interrelated tasks for forest fire monitoring: monitoring (tracking) the occurrence and development of forest fires, the state of forest cover; assessment of the fire hazard in forests in a given area; precipitation dynamics; monitoring of forest fires; air temperature and humidity, etc.

Forest fire forecasting technology is highly developed, based on a set of interrelated meteorological characteristics (rainfall quantity and dynamics,

temperature and humidity, wind speed and direction) Forest cover parameters and conditions, etc. The development of forest fire forecasting technologies is particularly relevant in recent years, when the level of forest fires has increased significantly in the Siberian Federal District. The main purpose of using forest fire forecasting technologies is to identify the most fire-prone areas of the area, to preserve the lives of the citizens of the country, and also to minimize the forces and resources for quenching.

Considerable progress has been made in predicting hydrometeorological hazards (snow avalanches, hurricanes, storms, cyclones, severe frost, heat waves, blizzards, ice, etc.), and the accuracy and justification of such forecasts are as high as 60-80 per cent.

The main challenge in the development and use of forecasting technologies is the low level of confidence in both short-term (operational) forecasts and long-term forecasts. It is worth noting that reliability is not a problem in all areas of disaster prediction, and in some areas, as noted above, the level of confidence is quite high.

According to the analysis of the data presented on the “Meteoinfo” open Internet, the shorter the predicted time, the higher the confidence for all weather forecasts. This phenomenon is due to the amount of information that will be used in making the forecast, for example, the forecast for the next few days assumes that only information on the situation over several thousand kilometres will be used, When a weekly forecast is made, global information must be taken into account.

In view of the above, it is not possible to prepare long-term forecasts, similar to short-term forecasts, so specialists produce forecasts longer than a week, using the same method (i.e. analysing past experience and similar situations in a given territory), which does not imply a high level of reliability.

In practice, however, there are other cases, as in the analysis of earthquake forecasts, the reliability of long- and medium-term forecasts is considerably high, but the reliability of short-term (operational) forecasts is also high and ultra-fast predictions are questioned by scientists and specialists.

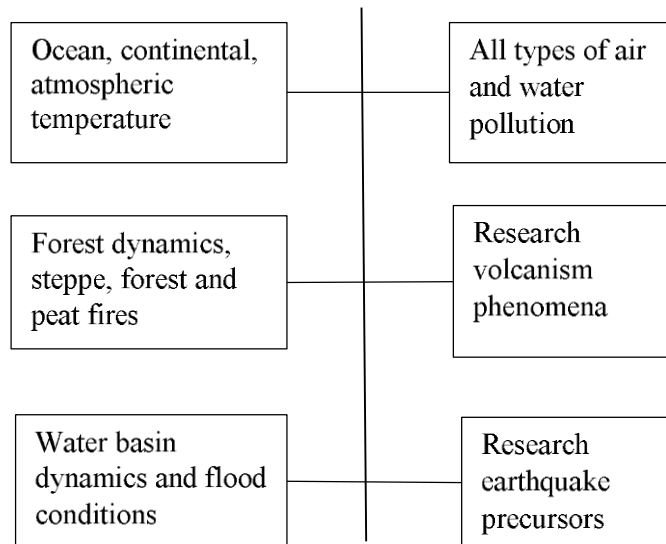
Earthquake prediction occupies a special place in this system. In this forecast, specialists are moving away from two types of forecasts, and this area has the following division in terms of forecast time - long-term, medium-term, short-term and operational, and some scientists and specialists are providing additional over-the-horizon forecasts, which can include an hour, minute, and even a second forecast.

The long-term prediction of earthquakes takes into account changes in the regime of earthquakes in the territory, i.e. the emergence of zones of seismic stagnation, taking into account changes in the tensile state of the lithosphere substance, changes in its seismic transparency, as well as other conditions influencing the occurrence of earthquakes. The analysis and evaluation of the information received is expected to provide information on the preparation of earthquakes over a period of one month to several years.

The medium-term forecast is aimed at obtaining specific information for weeks or months on the seismic event. The prediction assumes a seismic event fracture scenario, and the scenario is prepared on the basis of current changes in the earth's surface inclination, observations of geophysical fields, etc. The short-term forecast is based on several hours or days of information. All the above techniques are used, but special attention is paid to changes in stresses and deformations of the Earth's surface.

It is only possible to predict and accurately predict the exact moment when an earthquake begins if the professionals have all the necessary information.

Over the last ten years, the forecasting of dangerous and unfavourable natural processes and technological accidents using systems of comic technologies has been particularly developed, and this approach presupposes a significant increase in the reliability of forecasts. Space technology applications are presented in figure 1.1.



**Figure 1.1 - Space Forecasting Technologies**

Space-based information is used on a daily basis to provide models for predicting the safety of areas and hazardous production facilities. The main purpose of space-based forecasting technology was to ensure global observation, the timely and rapid transmission of data and the availability of imagery. The first such system was launched in China as early as 2008. Two satellites were sent to the planet's orbit specifically for environmental monitoring, emergency forecasting and rapid surveying of disaster areas, as well as further timely transmission of the data received to the authorized body.

However, space research enables the monitoring of the temperatures of the oceans, continents and atmosphere, forest dynamics, steppe, forest and peat fires, floods, atmospheric and hydrological pollution, volcanic activities, To do research on earthquake warning signs. The main use of space tools for forecasting is to identify and refine specific situations related to large-scale adverse and dangerous natural phenomena and processes (forest fires, floods, etc.) with little development. The situation with earthquakes, avalanches and other such phenomena cannot be predicted by space technology to date, due to the specific nature of natural phenomena and the lack of technical capability to explore these phenomena from space.

To date, space systems for forecasting emergency situations have been used extensively by the Russian Ministry of Emergency Situations and a large number of obsolete technologies have already been replaced by these systems. The State must continue to develop and maintain this direction. The development of a system for monitoring and forecasting emergency situations is one of the most important directions of the Russian Federation.